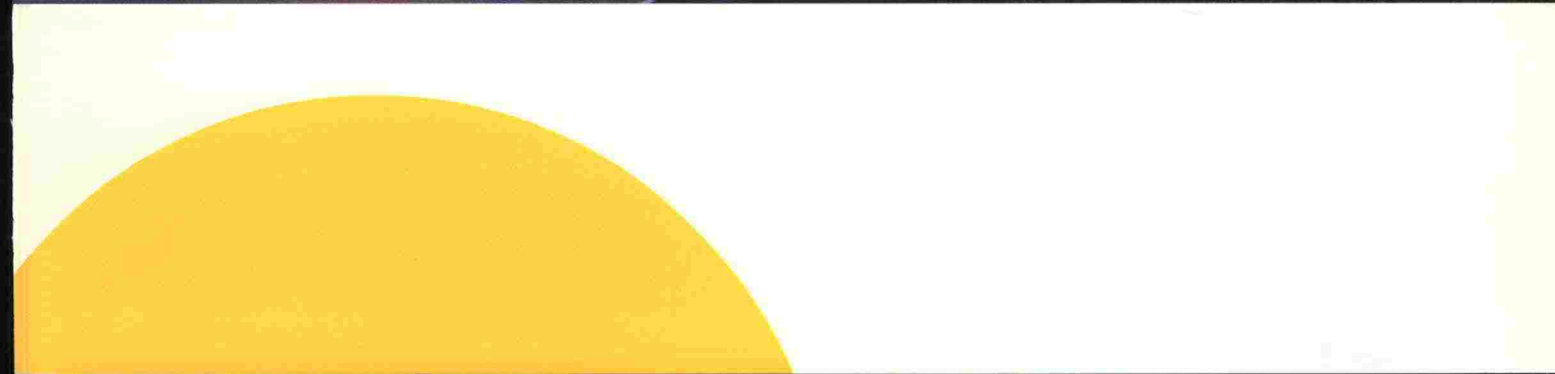


Olli Mäkelä, Jutta-Leea Kärki

## **Tievalaistuksen vaikutus liikenneturvallisuuteen ja ajonopeuksiin**

**Tiehallinnon selvityksiä 18/2004**



# **Tievalaistuksen vaikutus liikenneturvallisuuteen ja ajonopeuksiin**

**Tiehallinnon selvityksiä**

**18/2004**

*Kansikuva: Timo Vuoriainen*

ISSN 1457-9871  
ISBN 951-803-247-5  
TIEH 3200868

Verkkoversio  
ISSN 1459-1553 (www.tiehallinto.fi)  
ISBN 951-803-248-3 (www.tiehallinto.fi)  
TIEH 3200868-v (www.tiehallinto.fi)

Edita Prima Oy  
Helsinki 2004

Julkaisua myy/saatavana:  
Tiehallinto, julkaisumyynti  
Telefaksi 0204 22 2652  
Sähköposti: julkaisumyynti@tiehallinto.fi  
www.tiehallinto.fi/julkaisut



**Tiehallinto**  
Tekniset palvelut  
Opastinsilta 12 A  
PL 33  
00521 HELSINKI  
Puhelinvaihde 0204 2211



**Asiasanat:** ennen - jälkeen tutkimus, liikenneonnettomuudet, liikenneturvallisuus, nopeus, nopeustutkimukset, tievalaistus  
**Aiheluokka:** 21, 82

## TIIVISTELMÄ

Raportti koostuu seuraavista osatutkimuksista ja -selvityksistä:

- Kirjallisuusselvitys valaistuksen turvallisuustutkimuksista.
- Ennen - jälkeen -tutkimus 1990-luvulla rakennettujen tievalaistusten turvallisuusvaikutuksista.
- Ennen - jälkeen -tutkimus tievalaistuksen vaikutuksista ajonopeuksiin Liikenteen automaattisten mittauspisteiden (LAM) nopeusaineistosta.

Eri osatutkimusten perusteella on koottu yhteenvetoarvio tievalaistuksen vaikutuksista liikenneonnettomuuksiin ja ajonopeuksiin.

### Kirjallisuusselvitys tievalaistuksen turvallisuusvaikutuksista

Kirjallisuusselvityksessä on käyty laajalti läpi lähinnä eurooppalaisia ja yhdysvaltalaisia raportteja ja lehtiartikkeleita tievalaistuksen turvallisuus- ja nopeusvaikutuksista.

Pimeän ajan onnettomuusriski valaisemattomilla teillä on selvästi suurempi kuin valoisassa ja pimeän ajan onnettomuudet ovat keskimääräistä vakavampia. Useissa selvityksissä on todettu, että henkilövahinko-onnettomuusriski pimeällä on 1,5 -kertainen päiväaikaan verrattuna. Erityisesti jalankulki-jaonnettomuuksien osuus kasvaa pimeällä.

Tievalaistuksen rakentamisen on todettu vähentävän pimeän ajan onnettomuuksia yleensä 20...40 %. Vakavien onnettomuuksien on todettu vähenevän keskimääräistä enemmän. Useissa selvityksissä on todettu jalankulki-jaonnettomuuksien vähenemän olevan keskimääräistä suurempi.

Tievalaistuksen osittaista sammuttamista tai himmentämistä on tutkittu energiansäästösyistä. Valaistuksen vähentämisen aiheuttama onnettomuuskustannusten lisäys on suurempi kuin saatu sähkön säästö. Valaistuksen sammuttaminen lisää aina onnettomuuksia. Nykyisen valaistuksen valaistustason parantamisesta on useita tutkimuksia, joissa sen on todettu vähentävän hieman onnettomuuksia.

Muutamassa tutkimuksessa on selvitetty tievalaistuksen vaikutusta ajonopeuksiin. Ruotsissa on todettu tievalaistuksen rakentamisen vaikutuksesta ajonopeuksien kasvavan 3,6 km/h suoralla tieosalla ja 0,5 km/h kaarteisella osuudella. Myös Saksassa on todettu tievalaistuksen parantamisen nostavan ajonopeuksia.

### Ennen - jälkeen -tutkimus 1990-luvulla rakennettujen tievalaistusten turvallisuusvaikutuksista

Tutkimusaineisto käsitti 236 kohdetta, joista 184 kohteessa on rakennettu pelkkä tievalaistus ja 52 kohteessa on tehty myös muita toimenpiteitä.

Ennen - jälkeen -vertailun perusteella on päädytty siihen, että pelkän tievalaistuksen rakentamisen ansiosta henkilövahinko-onnettomuudet vähentyvät noin 17 % ja kaikki onnettomuudet vähentyvät noin 11 %. Tievalaistuksen vaikutus pimeän ajan onnettomuuksiin on huomattavasti suurempi: henkilövahinko-onnettomuuksiin arviolta 45...55 % ja kaikkiin onnettomuuksiin 30...40 %.



Tievalaistuksen rakentaminen vähentää kevyen liikenteen onnettomuuksia noin 17 %, eläinonnettomuuksia vain noin 3 %, yksittäisonnettomuuksia noin 8 % ja muita onnettomuuksia noin 14 %. Suuri vähennys kevytliikenneonnettomuuksissa vaikuttaa siihen, että onnettomuuksien vakavuusaste pienenee tievalaistuksen ansiosta. Eläinonnettomuuksien pieneen vähenemään vaikuttanee se, että aikavälillä 1988 - 2002 hirvikanta on kasvanut noin kolmanneksella.

Tievalaistus yhdessä kevyen liikenteen väylän kanssa näyttää vähentävän onnettomuuksia ja varsinkin henkilövahinko-onnettomuuksia selvästi enemmän kuin pelkkä tievalaistus. Muiden yhdistelmätoimenpiteiden osalta aiheisto on liian suppea johtopäätelmien tekoon.

Onnettomuuksien satunnaisvaihteluun liittyvää ns. regressiovaikutusta ei tässä ennen - jälkeen -tutkimuksessa ole otettu huomioon.

#### **Ennen - jälkeen -tutkimus tievalaistuksen vaikutuksista ajonopeuksiin Liikenteen automaattisten mittauspisteiden (LAM) nopeusaineistosta**

Tievalaistuksen vaikutuksia ajonopeuksiin tutkittiin liikenteen automaattisten mittauspisteiden (LAM-pisteet) nopeusaineiston perusteella. Tutkimukseen poimittiin ne LAM-pisteet, joihin on vuoden 1997 jälkeen rakennettu tievalaistus, mutta joihin ei ole tullut muita muutoksia. Näissä yhdeksässä pisteessä verrattiin syyskuun nopeuksien tuntikeskiarvoja vuosi ennen ja vuosi jälkeen tievalaistuksen rakentamisen.

Vastoin ennakko-odotuksia ja joitakin kirjallisuusselvityksen tuloksia todettiin, että tievalaistus ei ole nostanut ajonopeuksia pääteillä. Tulos on yhdenmukainen sekä 100 km/h että 80 km/h -nopeusrajoituksilla.

Yksi selitys saattaa olla, että nopeudet pimeällä ovat jo nopeusrajoituksen tuntumassa eikä niitä valaistuksen tulosta huolimatta ole "varaa" enää nostaa.



**Olli Mäkelä, Jutta-Leea Kärki: Vägbelysningens inverkan på trafiksäkerhet och hastigheter.** Helsingfors 2003. Vägförvaltningen, Teknisk service. Vägförvaltningens utredningar 18/2004. 53 s. + bilagor. 9 s. ISSN 1457-9871. ISBN 951-803-247-5. TIEH 3200868.

**Ämnesord:** före-efterstudie, hastighet, hastighetsundersökningar, trafikolyckor, trafiksäkerhet, vägbelysning

**Ämnesklass:** 21 Trafikundersökningar och -analyser, 82 Trafikmiljö och säkerhet

## **SAMMANFATTNING**

Rapporten består av följande delundersökningar och utredningar:

- Litteraturstudie om belysningens säkerhetsundersökningar.
- Före-efterstudie om säkerhetseffekter av vägbelysningar, som byggts på 1990-talet.
- Före-efterstudie om vägbelysningens effekt på hastigheterna ur materialet från automatiska trafikmätningpunkter.

På basen av de olika delundersökningarna har det sammanställts en sammanfattande bedömning av vägbelysningens inverkan på trafikolyckor och hastigheter.

### **Litteraturstudie om vägbelysningens säkerhetseffekter**

I litteraturstudien gjordes en omfattande genomgång av närmast europeiska och amerikanska rapporter och tidningsartiklar om vägbelysningens säkerhets- och hastighetseffekter.

Olycksrisken under den mörka tiden på en obelyst väg är klart större än under dagsljus och olyckorna under den mörka tiden är allvarigare än i genomsnitt. I flera utredningar konstateras det, att risken för personskadeolycka i mörker är 1,5 gånger större än under dagsljus. I synnerhet ökar andelen fotgängarolyckor under den mörka tiden.

Byggande av vägbelysning har konstaterats reducera antalet olyckor under mörkertiden med i allmänhet 20...40 %. Antalet allvarliga olyckor har konstaterats minska mer än genomsnittet. I flera utredningar har det konstaterats, att reduktionen av antalet fotgängarolyckor är större än genomsnittet.

Delvis släckning eller dämpning av vägbelysningen har undersökts av energibesparingsskäl. Ökningen av olyckskostnaderna, som förorsakas av släckning eller dämpning av vägbelysningen, är större än den erhållna elektricitetsinbesparingen. Släckning av vägbelysning ökar alltid antalet olyckor. Om förbättrande av existerande vägbelysnings belysningsnivå finns det flera utredningar, i vilka det konstaterats att förbättringen en aning reducerar antalet olyckor.

I några undersökningar har man utrett vägbelysningens inverkan på hastigheterna. I Sverige har man konstaterat, att byggande av vägbelysning ökar hastigheterna med 3,6 km/h på rak väg och 0,5 km/h i kurva. Även i Tyskland har man konstaterat, att en förbättring av vägbelysningen höjer hastigheterna.

### **Före-efterstudie av säkerhetseffekterna för vägbelysningar byggda på 1990-talet**

Undersökningsmaterialet omfattade 236 objekt. I 184 objekt har det enbart byggts vägbelysning och i 52 objekt har också andra åtgärder genomförts.

På basen av före-efterstudien har man kommit fram till, att personskadeolyckorna minskar med ca 17 % och alla olyckor med ca 11 % enbart på grund av byggandet av vägbelysning. Vägbelysningens inverkan på



olyckorna under den mörka tiden är betydligt större: personskadeolyckorna minskar uppskattningsvis 45...55 % och alla olyckor 30..40 %.

Byggande av vägbelysning reducerar olyckor med gång- och cykeltrafik med ca 17 %, djurolyckor endast ca 3 %, singelolyckor med ca 8 % och andra olyckor med ca 14 %. Den stora minskningen av antalet olyckor med gång- och cykeltrafik medför, att olyckornas allvarlighetsgrad minskar tack vare vägbelysningen. På den ringa minskningen av djurolyckor torde inverka, att älgstammen har ökat med ca en tredjedel under perioden 1988 - 2002.

Vägbelysning tillsammans med en led för gång- och cykeltrafik ser ut, att reducera antalet olyckor och i synnerhet personskadeolyckor betydligt mera än enbart vägbelysning. Beträffande övriga kombinerade åtgärder är materialet för litet för några slutsatser.

#### **Före-efterstudie om vägbelysningens effekt på hastigheterna ur materialet från automatiska trafikmätningpunkter**

Vägbelysningens effekt på hastigheterna undersöktes på basen av material från automatiska trafikmätningpunkter. För undersökningen utvaldes de mätningpunkter vid vilka det efter år 1997 har byggts vägbelysning, men vid vilka inga andra ändringar har utförts. I dessa nio punkter jämfördes hastigheternas timmedelvärde under september månad ett år före och ett år efter byggandet av vägbelysningen.

Tvärtemot förväntningarna och några resultat i litteraturstudien kunde konstateras, att vägbelysningen inte hade ökat hastigheterna på huvudvägar. Resultatet är överensstämmande såväl vid hastighetsbegränsning 100 km/h som 80 km/h.

En förklaring kan vara, att hastigheterna i mörker redan ligger på gränsen till hastighetssbegränsningsvärdet och att man trots byggande av vägbelysning inte längre har "råd" att öka hastigheten.



**Keywords:** before and after study, traffic accidents, road safety, speed, speed studies, road lighting

## **ABSTRACT**

This report is comprised of the following partial studies and reports:

- Literature report on lighting safety studies.
- Before and after study on the impact on safety of road lighting constructed in the 1990s.
- Before and after study on the impact of road lighting on driving speeds based on data from automated traffic measurement points.

A sum-up estimation of the impact of road lighting on traffic accidents and driving speeds was compiled based on the different partial studies.

### **Literature report on lighting safety studies**

The literature report broadly examined primarily European and US reports and articles on the impact of road lighting on safety and speeds.

Accident risk on unlighted roads is clearly greater in the dark than in daytime and, on average, accidents that occur in the dark are more serious. Several studies determined that the risk of a personal injury accident is 1.5 times greater in the dark than in daytime. Especially the share of accidents involving pedestrians increases in the dark.

As a rule, construction of road lighting was found to reduce night-time accidents 20...40 %. The number of serious accidents was reduced more than average. Several studies indicated that the number of pedestrian accidents decreased more than average.

Partial switching off or dimming of road lighting has been studied for energy conservation reasons. The increase in the cost of accidents is greater than the savings in electricity. Switching off lighting always results in more accidents. Several studies on improving the current level of lighting indicate that this measure slightly reduces the number of accidents.

A few studies examined the impact of road lighting on driving speeds. In Sweden it was found that as a result of constructing road lighting, driving speeds increased 3.6 km/h on straight sections of road and 0.5 km/h on curving sections. Also in Germany it was noted that improving road lighting increased driving speeds.

### **Before and after study on the impact on safety of road lighting constructed in the 1990s**

The study material comprised 236 locations. In 184 locations only road lighting was constructed, while in 52 locations other measures were also implemented.

Based on the before and after study, it was concluded that constructing only road lighting reduced the number of personal injury accidents around 17 % and the total number of accidents around 11 %. The impact of road lighting on night-time accidents is significantly greater: 45...55 % for personal injury accidents and 30...40 % for all accidents.

Construction of road lighting reduces pedestrian and bicycle accidents about 17 %, animal accidents only about 3 %, single-vehicle accidents about 8 % and other accidents about 14 %. The large reduction in pedestrian and bicycle accidents means the degree of seriousness of accidents decreases due to road lighting. The small reduction in animal accidents is due to an increase in the number of European moose by about one third in 1988 - 2002.

Road lighting together with pedestrian and bicycle paths clearly appears to reduce the number of accidents, and especially personal injury accidents, more than road lighting alone. The data on other combined measures are too limited to permit drawing conclusions.

#### **Before and after study on the impact of road lighting on driving speeds based on data from automated traffic measurement points**

The impact of road lighting on driving speeds was studied based on speed data from automated traffic measurement points (ATM points). The study included ATM points where road lighting was constructed after 1997, but where no other changes were made. Hourly average speeds in September at the nine points one year before and one year after the construction of road lighting were compared.

Contrary to anticipations and a few results in the literature report, it was found that road lighting did not increase driving speeds on main roads. The result is the same with both 100 km/h and 80 km/h speed limits.

One explanation may be that speeds in the dark are already close to the limit, and there is no "margin" for increasing them, regardless of the lighting.



## ESIPUHE

Yleisistä teistä on valaistu 14 % eli runsas 11 000 km. Tievalaistusta on viime vuosina rakennettu lähes 300 km vuodessa.

Tievalaistuksen turvallisuusvaikutuksia on laajemmin tutkittu viimeksi 1970-luvulla. Uutta tutkimustietoa valaistuksen hyödyistä ei juurikaan ole. Aikaisempien tutkimusten mukaan tievalaistuksen rakentaminen vähentää pimeän ajan onnettomuuksia 20 - 30 %.

Tutkimuksen tavoitteena on tarkistaa valaistuksen vaikutukset onnettomuuksiin maaseudulla ja taajamien reuna-alueiden teillä. Lisäksi on selvitetty tievalaistuksen vaikutukset ajonopeuksiin päätieoloissa. Tulosten perusteella pyritään päivittämään tievalaistushankkeiden vaikutusarvioissa ja kannattavuustarkasteluissa käytettävät vaikutusarviot.

Selvitys on tehty Tiehallinnon Tekniset palvelut -yksikön toimesta. Työtä ovat ohjanneet dipl.ins. Ari Liimatainen ja dipl.ins. Kari Lehtonen. Konsultteina selvityksessä ovat toimineet Tieliikelaitos ja ASM-Tutkimus Oy. Tieliikelaitoksessa työstä ovat vastanneet dipl.ins. Olli Mäkelä ja dipl.ins. Jutta-Leea Kärki. ASM-Tutkimus Oy:ssä Annukka Soimakallio on tehnyt työhön liittyvät tilastomatemaattiset tarkastelut. Tiehallinnon Tieto-yksikössä Matti Raekallio ja Ulla Puranen ovat hoitaneet tievalaistuskohdeiden ja niihin liittyvän onnettomuusaineiston poiminnan tierekisteristä ja Marja Viiri on toimittanut käytetyn LAM-aineiston. Tiepiireissä useat asiantuntijat ovat osallistuneet valaistuskohdeiden tietoaaineiston käsittelyyn ja tarkistamiseen.

Helsinki, toukokuu 2004

Tiehallinto  
Tekniset palvelut



## Sisältö

1	JOHDANTO	13
2	KIRJALLISUUSSELVITYS VALAISTUKSEN TURVALLISUUSTUTKIMUKSISTA	16
2.1	Kirjallisuusselvityksen tavoitteet ja toteutus	16
2.2	Tievalaistuksen vaikutukset turvallisuuteen eri selvityksissä ja tutkimuksissa	16
2.3	Kirjallisuusselvityksen yhteenveto	32
3	ENNEN-JÄLKEEN -TUTKIMUS TIEVALAISTUSTEN TURVALLISUUSVAIKUTUKSISTA	35
3.1	Tutkimusaineiston hankinta ja käsittely	35
3.2	Tievalaistuksen turvallisuusvaikutukset	36
3.2.1	Pelkkä tievalaistuksen rakentaminen	37
3.2.2	Tievalaistus yhdistettynä muihin toimenpiteisiin	41
4	TIEVALAISTUKSEN VAIKUTUS AJONOPEUKSIIN	44
4.1	Yleistä	44
4.2	Nopeustutkimuksen aineisto	44
4.3	Tulokset	46
4.3.1	Nopeusrajoitus 100 km/h	46
4.3.2	Nopeusrajoitus 80 km/h	47
4.4	Yhteenveto nopeustarkastelusta	48
5	PÄÄTELMÄT JA SUOSITUKSET	50

LÄHDELUETTELO

LIITTEET





## 1 JOHDANTO

Tievalaistuksen liikenneturvallisuusvaikutuksia on laajemmin tutkittu viimeksi 1970-luvulla. Uutta tutkimustietoa valaistuksen hyödyistä ei juurikaan ole. Aikaisempien tutkimusten mukaan tievalaistuksen rakentaminen vähentää pimeän ajan onnettomuuksia 20-30 %.

Tievalaistuksen oletetaan nostavan ajonopeuksia lähes päivätilannetta vastaavaksi. Vanhojen ulkomaisten selvitysten perusteella on arvioitu, että nopeuden muutos on valaistun tieosan pituudesta, liikennemäärästä, tien luokasta, raskaiden ajoneuvojen osuudesta ja nopeusrajoituksesta riippuen noin 1 km/h /19/. Liikenteen automaattisten mittauspisteiden (LAM-pisteet) aineisto antaa mahdollisuuden selvittää tievalaistuksen rakentamisen vaikutusta ajonopeuksiin päätieolosuhteissa.

### Selvityksen tavoitteet

Tutkimuksen tavoitteena on tarkistaa valaistuksen turvallisuusvaikutusarviot maaseudun ja taajamien reuna-alueiden teillä. Vaikutukset pyritään selvittämään erikseen autoliikenteelle ja kevyelle liikenteelle, koska autoliikenne lisääntyy vähän ja kevyt liikenne paljonkin valaistuksen tulon vuoksi. Pelkän tievalaistuksen lisäksi tavoitteena on kuvata sellaisten toimenpiteiden vaikutavuutta, joissa tievalaistus tehdään jonkin muun toimenpiteen, esimerkiksi kevyen liikenteen väylän rakentamisen yhteydessä.

Tutkimuksen tuloksia voidaan käyttää mm.

- uusittaessa nykyisellään "Tievalaistuksen käsikirjaan" /19/ sisältyviä tievalaistuksen kannattavuuslaskelmia, joissa onnettomuuskustannussäästöt ovat keskeinen tekijä
- hankkeiden turvallisuustarkasteluissa käytettävän TARVA-ohjelman vaikutuskertoimien tarkistamiseen.

Lisäksi tavoitteena on selvittää tievalaistuksen vaikutukset ajonopeuksiin sellaisten LAM-pisteiden nopeustietoaineistosta, joihin on äskettäin rakennettu tievalaistus.

### Tutkimuksen sisältö

Selvitys koostuu seuraavista osatutkimuksista ja -selvityksistä:

- Kirjallisuusselvitys valaistuksen turvallisuustutkimuksista.
- Ennen - jälkeen -tutkimus 1990-luvulla rakennettujen tievalaistusten turvallisuusvaikutuksista.
- Ennen - jälkeen -tutkimus tievalaistuksen vaikutuksista ajonopeuksiin Liikenteen automaattisten mittauspisteiden (LAM) nopeusaineistosta.

Eri osatutkimusten perusteella on koottu yhteenvetoarvio tievalaistuksen vaikutuksista liikenneonnettomuuksiin ja ajonopeuksiin.

Yhtenä osatutkimuksena pyrittiin myös vertailemaan onnettomuusasteita tie-, liikenne- ja ympäristöolosuhteiltaan samanlaisten valaistujen ja valaismattomien teiden kesken. Aineistoa käsiteltäessä kävi kuitenkin selväksi, että valaistusta lukuun ottamatta samankaltaisten tiejoukkojen määrittelyssä

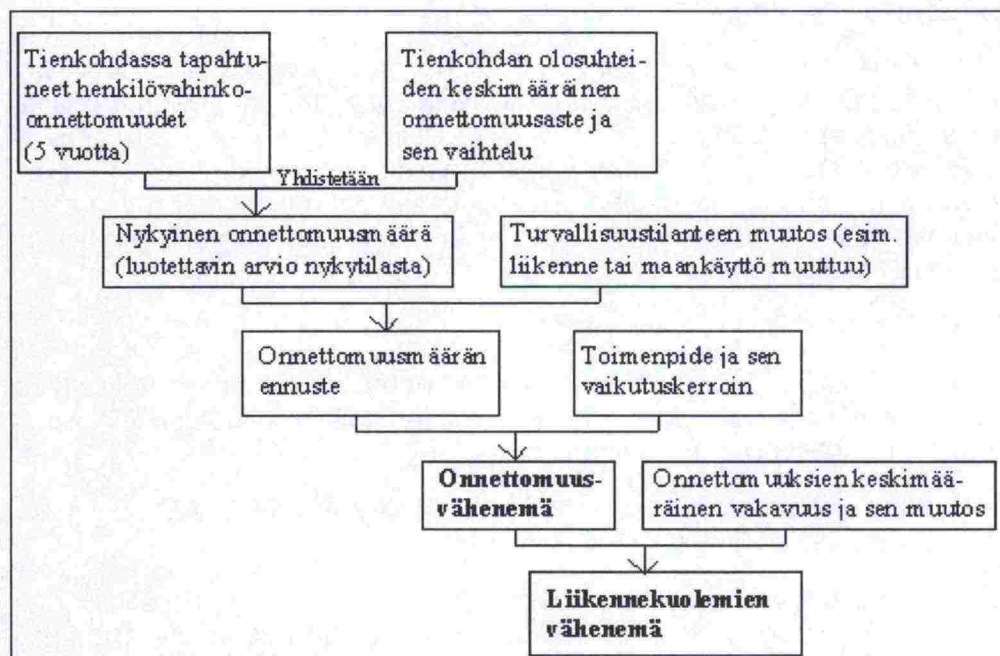


ei käytettävissä olleiden tietolajien perusteella onnistunut eikä tuloksista saatu käyttökelpoisia.

### Tievalaistuksen turvallisuusvaikutuskertoimet TARVA-ohjelmassa

Tien parantamisen turvallisuusvaikutuksia arvioidaan nykyään TARVA-ohjelmalla (Turvallisuusvaikutusten ARviointi VAikutuskertoimilla) /18/. Ohjelman keskeisen merkityksen vuoksi seuraavassa on kuvattu sen käyttöä ja uusien tievalaistuksien vaikutuskertoimet.

TARVA-ohjelma yhdistää tiehen, liikenteeseen ja onnettomuuksiin liittyvän tiedon erilaisten turvallisuuden parantamiseen tähtäävien toimenpiteiden turvallisuusvaikutustietoon. Tuloksena ohjelma laskee parannustoimenpiteen turvallisuusvaikutuksen henkilövahinkoon johtavien onnettomuuksien tai liikennekuolemien määränä (kuva 1-1).



Kuva 1-1. TARVA-ohjelman toimintakuvaus /18/.

Tiehen liittyvä tieto perustuu Tiehallinnossa ylläpidettyyn tierekisteriin. Tieverkko on jaettu olosuhteiltaan tasalaatuisiin tiejaksoihin. Tällaisella ns. homogeenisella tiejaksolla keskeisimmät tiehen ja tieympäristöön liittyvät muutokset (esim. tien leveys, nopeusrajoitus, valaistus) ovat samoja koko tiejakson ajan.

TARVAN keskeisin tehtävä on arvioida erilaisten tien tai tieympäristön parannustoimenpiteiden vaikutusta liikenneturvallisuuteen. TARVAan on ohjelmoitu yhteensä yli 80 erilaista toimenpidettä ja tiedot niiden turvallisuusvaikutuksista. Tällaisia toimenpiteitä ovat esim. tien leveneminen, nopeusrajoituksen muuttaminen, tasoliittymän muuttaminen eritasoliittymäksi jne. Turvallisuusvaikutukset on esitetty ns. vaikutuskertoimilla, joiden avulla onnettomuusmäärän ennusteesta lasketaan toimenpiteen turvallisuusvaikutukset onnettomuusvähennyksenä. Henkilövahinkoonnettomuuksien vähennyksen lisäksi lasketaan myös liikennekuolemien vähennys. Se lasketaan onnetto-

muusvähenemän ja kyseisten olosuhteiden keskimääräisen vakavuuden ja toimenpiteistä aiheutuvan vakavuuden muutoksen avulla.

Tievalaistuksen parantamiselle TARVAssa on kaksi toimenpidettä (taulukko 1-1). Uuden tievalaistuksen arvioidaan vähentävän henkilövahinko-onnettomuuksia yleensä 10 % (vaikutuskerroin 0,9), mutta uuden tievalaistuksen jäykin pylväin arvioidaan vähentävän auto-onnettomuuksia 5 %. Myötäävin pylväin rakennetun valaistuksen arvioidaan vähentävän auto-onnettomuuksien vakavuusastetta 15 % (vakavuuden pieneneminen 0,15).

Taulukko 1-1. Tievalaistustoimenpiteiden vaikutuskertoimet TARVA-ohjelmassa v. 2003.

Toimenpide	Vaikutuskerroin			Vakavuuden pieneneminen			Vaikutusaika
	Auto	Kevyt	Eläin	Auto	Kevyt	Eläin	
361 Uusi tievalaistus jäykin pylväin	0,95	0,9	0,9	0	0	0	20 v
362 Uusi tievalaistus myötäävin pylväin	0,9	0,9	0,9	0,15	0	0	15 v



## 2 KIRJALLISUUSSELVITYS VALAISTUKSEN TURVALLISUUSTUTKIMUKSISTA

### 2.1 Kirjallisuusselvityksen tavoitteet ja toteutus

Tutkimuksen yhtenä osana tehtiin kirjallisuusselvitys uusimmista tievalaistuksesta ja liikenneturvallisuutta koskevista tutkimuksista. Selvityksen tavoitteena oli koota tietous eri maissa tehdyistä tutkimuksista ja selvityksistä, jotka koskevat tievalaistuksen vaikutusta onnettomuusmääriin ja niiden vakavuuteen erilaisilla väylätyypeillä ja ympäristöissä. Vaikka olosuhteet ja ympäristö poikkeavat eri maissa, tavoitteena oli saada Suomen oloihin sovellettavissa olevia tuloksia.

Kirjallisuusselvityksessä käytiin läpi lähinnä eurooppalaisia ja yhdysvaltalaisia tutkimuksia. Selvitykset olivat onnettomuusanalyysseja, ennen - jälkeentai seurantatutkimuksia ja kirjallisuusselvityksiä. Osa läpikäydyistä selvityksistä oli lehtiartikkeleja. Tutkimukset ja julkaisut hankittiin pääasiassa Tiehallinnon kirjaston kautta.

Jokaisesta läpikäydyistä julkaisusta koottiin tieto selvityksen tavoitteista sekä mitä ja miten tutkimus on toteutettu. Tuloksien osalta pyrittiin kirjallisuusselvitykseen keräämään keskeisimmän tulokset. Referaatteihin on kirjattu, jos julkaisussa on määritelty erikseen pimeä ja valoisa aika sekä onnettomuuksien luokittelu.

Kirjallisuusselvityksen tavoitteena oli myös kerätä tietoa tievalaistuksen ja muiden toimenpiteiden yhteisvaikutuksista, mutta tällaista tietoa ei läpikäydyistä selvityksistä ollut saatavissa. Pääasiassa tutkimukset keskittyivät pelkän tievalaistuksen rakentamisen tai valaistuksen tehon muuttamisen vaikutusten selvittämiseen.

### 2.2 Tievalaistuksen vaikutukset turvallisuuteen eri selvityksissä ja tutkimuksissa

#### Freeway Lighting and Traffic Safety – A Long-Term Investigation /7/

##### Selvitys

Tutkimuksessa arvioitiin tievalaistuksen tehokkuutta moottoritieillä. Laaja ennen - jälkeen -seuranta- ja onnettomuustutkimus tehtiin vuosina 1972-1981 Länsi-Frankfurtissa. Ennen - jälkeen -tutkimuksessa arvioitiin tievalaistuksen rakentamisen sekä valaistuksen tehon muuttamisen vaikutuksia.

Tutkimuksen kohteena oli keskikaistalla erotettu 2+2 -kaistainen moottoritie, jossa oli molempiin suuntiin ylimääräiset hälytysajoneuvokaistat. Keskikaistalla oli kaide ja vastaantulevien ajoneuvojen ajovalojen häikäisysoja. Tievalaistus on rakennettu vuonna 1973. Ajanjakso (1972-1981) oli jaettu kolmeen jaksoon, kuten myös tarkasteltava tieosuuskin.



Taulukko 2-1. Tutkimuksen tarkastelujaksojen ja sektoreiden valaistusolosuhteet.

	Sektori 1	Sektori 2	Sektori 3
Ennen (vuodet 1972 – 1973)	Ei valaistusta	Ei valaistusta	Ei valaistusta
Jälkeen 1 (vuodet 1973 – 1978)	Valaistus	Valaistus	Ei valaistusta
Jälkeen 2 (vuodet 1978 – 1981)	Valaistus	Osittainen valaistus	Ei valaistusta

Tutkimuksesta jätettiin pois kevyen liikenteen onnettomuudet. Tutkimusaikana keskimäärin 81,1 % liikennesuoritteesta tapahtui päiväaikaan ja 19,9 % yöaikaan.

#### Tulokset:

Tutkimus osoitti, että

- tievalaistuksen rakentaminen moottoritielle esikaupunkialueella vähensi onnettomuuksia
- moottoritien osittaisella valaisemisella (valaistus oli päällä ainoastaan tarvittaessa) menetettiin valaistuksella saadut hyödyt.

Julkaisun mukaan sekä kaupunkialueilla ja maaseuduilla kuolemaan johtavien onnettomuuksien määrä on yöaikaan (klo 22.00 – 5.30) vähintään 4 kertaa korkeampi kuin päiväaikaan. Yöaikaan tapahtui keskimäärin 29...33 % omaisuusvahinko-onnettomuuksista ja 31...43 % henkilövahinko-onnettomuuksista.

Yleisesti ajaminen päiväaikaan on turvallisempaa kuin yöaikaan riippumatta valaistusolosuhteista. Hämärän aikana (aurionlaskusta kello 22.00 ja kello 5.30 auringonnousuun) sektoreilla 1 ja 2 onnettomuusmäärät putosivat jyrkästi kun tievalaistus rakennettiin, eikä onnettomuusmäärissä tapahtunut muutosta Jälkeen 1 ja Jälkeen 2 välillä. Sektorilla 3 onnettomuusmäärät kasvoivat Ennen ja Jälkeen 1 välillä ja pysyivät samalla tasolla Jälkeen 1 ja Jälkeen 2. Sektorilla 3 ei ollut valaistusta.

Pimeän aikana (kello 22.00 – 5.30) sektoreilla 1 ja 2 onnettomuusmäärät putosivat jyrkästi valaistuksen rakentaminen myötä. Onnettomuusmäärät vähentyivät edelleen Jälkeen 1 ja Jälkeen 2 välillä. Sektorilla 2 onnettomuusmäärät kasvoivat Jälkeen 1 ja Jälkeen 2 välillä, jolloin tieosalla vähennettiin valaistusta osittaiseksi valaistukseksi. Onnettomuusmäärät eivät kuitenkaan kasvaneet niin suuriksi kuin Ennen valaistusta. Sektorilla 3 onnettomuusmäärissä ei tapahtunut merkittävää muutosta tarkastelujaksojen aikana.



Taulukko 2-2. Onnettomuusmäärät eri vuorokauden aikoina eri tarkastelujaksoina.

	Sektori 1 onn/milj.ajon.km			Sektori 2 onn/milj.ajon.km			Sektori 3 onn/milj.ajon.km		
	Päivä	Hämärä	Pimeä	Päivä	Hämärä	Pimeä	Päivä	Hämärä	Pimeä
Ennen	2,03	3,72	4,68	1,83	2,01	5,68	1,41	1,44	2,32
Jälkeen 1	0,88	1,20	3,08	1,08	1,14	2,59	1,13	1,82	2,25
Jälkeen 2	0,62	1,41	2,61	0,90	1,04	4,40	0,93	1,77	2,45

Tievalaistuksen positiivista vaikutusta liikenneturvallisuuteen ei voida olla huomioimatta, vaikka tutkimuksen tuloksia ei voida todistaa tilastollisesti luotettavasti. Tuloksista tulisi huomioida myös se, että tievalaistuksen vaikutukset onnettomuusmääriin menetettiin, kun valaistusta ei pidetty päällä kuin tarvittaessa energiansäästön vuoksi.

### The relationship between the level of street lighting and the Traffic Safety – A preliminary study /16/

#### Selvitys

Tutkimus jakaantui kolmeen osaan 1) Kirjallisuusselvitykseen, 2) Tutkimukseen energiansäästötoimenpiteistä sekä 3) Pilottitutkimukseen.

Kirjallisuusselvitysosiossa päivitettiin SWOV:n (Institute for Road Safety Research, Hollanti) vuonna 1983 julkaistu tutkimus "The relationship between the level of street lighting and the traffic safety". Aikaisemmassa tutkimuksessa todettiin, että enemmistöllä kaupunkimaisista pääväylistä hyvä tievalaistus vähentää noin 30 % pimeänajan onnettomuuksien uhrien määrää. Samankaltainen vaikutus voidaan olettaa olevan myös maaseutumailla valtateillä sekä moottoriteillä.

Energiansäästön tutkimusta varten tehtiin pilottitutkimus, joka on julkaistu erillisenä selvityksenä.

Onnettomuustutkimuksen pilotti tehtiin kolmessa kaupungissa; Leeuwarden, Amsterdam-West ja Utrecht, mutta selvityksessä on käyty läpi vain kahden ensimmäisen tulokset. Tutkimuksen lähtöolettamuksena oli, että onnettomuusriski pienenee kun valaistuksen taso kasvaa. Tutkimuksessa analysoitiin kaikkia onnettomuuksia, koska tutkimuksessa verrattiin valaistusolosuhteita samoilla kaduilla samassa kunnassa samaan aikaan.

Onnettomuusaineisto saatiin Hollannin kansallisesta tieonnettomuusrekisterikeskuksesta ja toisaalta poliisin aineistosta. Valaistusaineisto saatiin mittauksilla, arvioimalla valaistusta vastaavanlaisilta teiltä, joista aineisto on tiedossa sekä laskemalla valaistuksen geometriasta, valaisinpylväiden ja lampujen tyypeistä. Valaistusta kuvaamaan käytettiin keskimääräistä horisontaalista valaistusta tien pinnalla eli arviota määrästä, joka määrittelee näköhavainnon teillä tai kaduilla. Liikennetieto kerättiin jokaiselta tieltä erikseen. Tie luokiteltiin seitsemään luokkaan:

- moottoriteihin,
- liikenneväyliin (liikennemäärä: korkea, normaali, pieni) sekä
- asuntokatuihin (liike-elämä: korkea, normaali, hiljainen).



Tutkimuksessa keskityttiin lähinnä selvittämään valaistustason ja liikenneturvallisuuden suhdetta.

#### Tulokset

Nykyisten tutkimusten mukaan kysymykseen, mikä on riittävän hyvä valaistus, ei pystytä vastaamaan. Tehdyt tutkimukset ovat olleet liian suppeita tai liian "erikoistuneita". Englannissa tehty tutkimus määritteli, että pimeänajan onnettomuuksien yleisyys vähenee kun valoisuuden määrää nostetaan. Mutta tässäkin tutkimuksessa otokset olivat liian pieniä tarkempien päätelmien tekemiseen.

Energiansäästön tutkimuksen tuloksissa todettiin, että tarkkoja, tehokkaita ja yksinkertaisia toimenpiteitä, joilla vähennetään energian kulutusta on vaikea määritellä.

Onnettomuusosion lähtöolettamuksena oli, että kun valaistustaso kasvaa, yöajan onnettomuusriski pienenee. Tutkimuksen mukaan olettaus ei pidä paikkaansa ja tulosten mukaan valaistuksen taso ei vaikuta liikenneturvallisuuteen.

### **Road Lighting and Accidents /17/**

#### Selvitys

Artikkelissa on tarkasteltu tievalaistuksen ja liikenneonnettomuuksien suhdetta sekä muutamia merkittävimpiä CIE:n (International Commission on Illumination) julkaisemia tutkimuksia. Artikkelissa keskitytään lähinnä "Recommendations for the lighting of roads for motorized traffic" -julkaisuun.

Tutkimuksessa selvitettiin "tuudittaako" tievalaistus autoilijat väärään turvallisuudentunteeseen ja näin ollen keskittyminen ajamiseen heikkenee, jolloin onnettomuusriski kasvaa. Toisaalta tievalaistus voi johtaa liialliseen itsevarmuuteen, jolloin ajonopeudet kasvavat ja onnettomuusriski kasvaa tai ainakin onnettomuuden vakavuus kasvaa. Yhtenä riskitekijänä ovat myös valaisinpylväät.

#### Tulokset

Useimmissa teollisuusmaissa henkilövahinkoon johtaneista onnettomuuksista noin puolet tapahtuu pimeän aikana, vaikka liikennesuoritteesta vastaavana aikana syntyy noin 20...35 %. Yöajan onnettomuudet ovat yleisesti vakavampia.

Artikkelissa esitetään viisi päätelmää tievalaistuksen parantamisen tai rakentamisen vaikutuksista pimeän aikaan:

- a) Jalankulkija-onnettomuudet vähenivät 45 %,
- b) Kaikki henkilövahinko-onnettomuudet vähenivät 21 %,
- c) Kuolemaan johtaneissa onnettomuuksissa vähenemä oli merkityksellinen,
- d) Vammautumiseen johtaneet onnettomuudet vähenivät 75 % ja
- e) Kaikki onnettomuudet vähenivät 9 %.



Päätelmät perustuvat 28 tutkimukseen, joissa oli mukana eri tyyppisiä teitä. Tutkimuksista 11 koski maaseutumaisia teitä. Näistä tutkimuksista neljä tutkimusta koski liittymiä. Loukkaantumiseen johtaneista onnettomuuksista teillä, joissa ei ollut liittymiä, onnettomuuksien vähenemä pimeällä vaihteli 16...60 % ja kaikkien onnettomuuksien osalta 14...75 %. Liittymissä onnettomuusvähenemät vaihtelivat 30...44 %.

Tutkimuksista 10 koski moottoriteitä, joissa oli yhtenäinen valaistus ja neljä tutkimusta maaseudulla olevia moottoriteitä, joissa ei ollut yhtenäistä valaistusta. Moottoriteillä, joilla oli yhtenäinen valaistus, kaikkien onnettomuuksien onnettomuusvähenemä pimeällä vaihteli 22...56 % ja loukkaantumiseen johtaneiden onnettomuuksien osalta 28...57 %. Osittain valaistuilla moottoriteillä vaikutukset olivat myös myönteisiä.

Kuusi tutkimusta koskivat jalankulkijoiden teiden ylityksiä. Tutkimusten mukaan erikseen valaistut tien ylityskohdat ovat liikenneturvallisuuden kannalta suotuisia, vaikka tiellä olisikin jo valaistus.

CIE:n julkaisussa on vahvat todisteet, että hyvä tievalaistus on tehokas tapa vähentää onnettomuuksia.

### Road Lighting as an accident countermeasure /13/

#### Selvitys

Raportti on yhteenveto 62 selvityksestä 15 maasta. Yhteenvetoon on koottu keskeisimmät tulokset sekä lyhyt referaatti jokaisesta tutkimuksesta. Tutkimukset ovat ennen - jälkeen- ja seurantatutkimuksia erilaisissa ympäristöissä, onnettomuusanalyyssejä ja kirjallisuusselvityksiä.

#### Tulokset

Raportissa esitetyistä selvityksistä noin 85 %:ssa tuloksessa todetaan tievalaistuksesta olevan hyötyä. Näistä noin kolmanneksessa selvityksistä tulokset ovat tilastollisesti merkitseviä. Yleinen päätelmä on, että tievalaistus vähentää yöajan onnettomuuksia.

Kuolemaan johtaneista onnettomuuksista yöllä tapahtuu keskimäärin 49 % onnettomuuksista (25...59 %). Liikennesuoritteesta vastaavana aikana ajetaan noin 25 % (17...32 %). Tievalaistuksen rakentamisen jälkeen keskimääräinen vähenemä onnettomuuksissa on vähintään 30 %. Luotettavimmat tutkimukset antavat onnettomuusvähenemäksi 13...75 % riippuen tien luokasta ja onnettomuuksien luokittelusta. Kaupunkimaisilla teillä (ei moottoriteillä) tievalaistus on perusteltua, jos yöajan onnettomuuksissa loukkaantuu useampi kuin yksi henkilö/km/vuosi tai vuorokausiliikenne ylittää 10 000 ajoneuvoa. Yleinen johtopäätelmä on, että tievalaistus voi vähentää yöajan onnettomuuksia, jos valaistus on suunniteltu, rakennettu ja ylläpidetty oikein.

Yöaikaan tapahtuneet onnettomuudet ovat vakavampia ja todennäköisemmin useampia uhreja vaativia kuin päiväajan onnettomuudet. Nuorten kuljettajien suurempi määrä yöaikaan voi osaltaan vaikuttaa korkeampiin onnettomuusmääriin. Yöaikaan ajetaan yleensä lujempaa kuin päivällä, jolloin ajonopeus ja vastaavasti onnettomuuksien vakavuus kasvavat yöaikaan.

Raportissa todettiin, että pimeys lisää 1,5 -kertaisesti kaikkia henkilövahinkoonnettomuuksia sekä haja-asutusalueilla että taajamissa. Vastaavasti jalan-



kulkijaonnettomuudet lisääntyvät 2,5 -kertaisesti taajamassa ja 4,5 -kertaisesti haja-asutusalueilla. Haja-asutusalueilla pimeyden tulo lisää noin 50 % henkilövahinkoon johtaneita onnettomuuksia. Kuolemaan johtaneiden onnettomuuksien tai vakavien henkilövahinko-onnettomuuksien määrä kasvaa noin 100 % pimeällä.

Törmäyksiä erilaisiin pylväisiin on noin 7,5 % kaikista henkilövahinko-onnettomuuksista kaikilla teillä. Kaikista kuolemaan johtaneista onnettomuuksista törmäyksiä valaistuspylväisiin on taajama-alueilla noin 3 % ja haja-asutusalueilla noin 2 %. Toisessa tutkimuksessa todetaan, että haja-asutusalueilla valaisinpylväät aiheuttavat kaksinkertaisen onnettomuusriskin kuin muut tienvarsivarusteet yhteensä. Lisäksi todetaan, että törmäyksiä valaistuspylväisiin tapahtuu pimeään aikaan kaksinkertainen määrä päiväaikaan verrattuna. Törmäysten vakavuutta voidaan vähentää merkittävästi rakentamalla pylväät myötääviksi.

### **Trafikksikkerhetshåndbok – Liikenneturvallisuuden käsikirja /9/**

#### Selvitys

Julkaisuun on koottu aikaisemmin tehtyjen tutkimuksien perusteella erilaisen toimenpiteiden vaikutuksia liikenneturvallisuuteen ja onnettomuuksiin.

#### Tulokset

Keskimäärin pimeän ajan onnettomuusriski on 1,5 - 2 -kertaa korkeampi kuin päivänvalossa. Norjassa vuonna 1987 tapahtuneista henkilövahinko-onnettomuuksista 32 % tapahtui pimeässä tai hämärässä. Liikenteestä noin 20 % ajetaan pimeässä.

Useissa maissa tehdyt tutkimukset osoittavat, että aikaisemmin valaisemattoman tien valaiseminen vähentää pimeässä tapahtuneita onnettomuuksia seuraavasti:

- 20...40 % suorilla tiejaksoilla,
- 20...40 % risteyksissä ja
- 30...60 % risteysten ulkopuolisilla suojateillä.

Kuolemaan ja vakavaan vammautumiseen johtavat onnettomuudet vähenevät tievalaistuksen rakentamisen myötä enemmän kuin lievät onnettomuudet. Jalankulkijaonnettomuudet vähenevät enemmän kuin moottoriajoneuvojen onnettomuudet.

Australiassa tehty ennen - jälkeen -tutkimus päättyi tulokseen, että valaistuksen parantaminen vähensi pimeässä tapahtuneita onnettomuuksia 21 %. Vastaava englantilainen tutkimus antoi tulokseksi 9 %. Ruotsalainen valaistuslaitteiden vaihtamista Göteborgissa koskenut ennen - jälkeen -tutkimus tuotti tulokseksi pimeän ajan onnettomuuksien 11 %:n vähenemisen. Väheneminen ei tosin ollut tilastollisesti luotettava. Mikään näistä tutkimuksista ei kerro, paljonko todellinen valaistustaso nousi parannusten vaikutuksesta.

Tanskalaisen tutkimuksen mukaan valaistuksen 50 %:n vähentäminen Tanskan yleisillä teillä vuosina 1976 - 82 johti 4 %:n suuruiseen pimeän ajan onnettomuuksien kasvuun. Lisäys ei ole tilastollisesti merkitsevä. Ruotsalaisessa tutkimuksessa verrattiin Linköpingiä (täysi tievalaistus) Norrköpingiin



(vähennetty valaistus). Kahden kaupungin välille ei saatu mitään tilastollisesti merkitseviä eroja pimeän ajan onnettomuusriskiin.

Tievalaistus voi tehdä matkanteon pimeässä miellyttävämmäksi. Tämän mahdollisen "miellyttävyystekijän" suuruudesta tai sen vaikutuksista ei ole tehty tutkimuksia.

Kustannushyötyanalyysi, joka koski Norjan valtion teille vuonna 1986 rakennettuja uusia valaistusrakennelmia, osoitti hyöty/kustannus-suhteeksi 2,3. Laskelmissa oletettiin pimeän ajan onnettomuuksien vähentyneen 30 %. Vanhojen tievalaistusrakennelmien uusimisen kustannushyötyanalyysi osoitti vuonna 1986 valtion teillä hyöty/kustannus-suhteeksi 3,3. Pimeän ajan onnettomuuksien oletettiin vähenevän 20 %.

### **Straßenbeleuchtung und Verkehrssicherheit /21/**

#### Selvitys

Tutkimuksessa selvitettiin, onko tievalaistuksen tason lisäämisellä positiivinen vaikutus onnettomuuksiin. Ennen - jälkeen -tutkimus piti sisällään valaistus- ja nopeusmittauksia, haastatteluja, liikennelaskentoja ja onnettomuustutkimuksen.

#### Tulokset

Haastatteluissa ennen -vaiheessa yli  $\frac{3}{4}$  kuljettajista arvioi tapaa, jolla he huomioivat liikennemerkkejä, tien ominaisuuksia ja pysäköityjä ajoneuvoja hyväksi. Jalankulkijoiden ja pyöräilijöiden huomioimista tienreunalla, erillisillä väylillä tai ajoradalla arvioitiin huonommaksi. Jälkeen -vaiheessa autoilijat arvioivat huomioivansa liikennemerkkejä ja muut tiellä liikkujat vieläkin paremmin.

Onnettomuusselvityksen mukaan parannetulla tievalaistuksella voidaan tiettyyn rajaan asti vaikuttaa onnettomuuksiin. Kuivissa tieoloissa henkilövahinko-onnettomuuksien määrä pimeän aikana (klo 23.00 – 5.00) väheni 45 %:lla, muutos ei ole tilastollisesti merkitsevä. Kevyen liikenteen onnettomuuksien määrä väheni 68 %.

Nopeusmittausten perusteella parannetulla tievalaistuksella saavutetut hyödyt pysyvät, vaikka nopeudet kasvoivatkin.

### **Meta-Analysis of Evaluations of Public Lighting as Accident Countermeasure /4/**

#### Selvitys

Selvityksessä on esitelty meta-analyysi, joka on koottu 37 tutkimuksesta. Tutkimuksissa ei ole riittävästi huomioitu muita tuloksiin vaikuttavia tekijöitä. Useimmissa kirjallisuustutkimuksissa tulosten luotettavuutta ei kyseenalais-teta lainkaan tai asia vain todetaan. Tässä selvityksessä on esitetty, että joi-tain tutkimuksissa esiintyvistä epävarmuuksista, voidaan ratkaista käyttämäl-lä kvantitatiivista meta-analyysiä.



Perusidea meta-analyysin monimutkaisemmissa menetelmissä on yhdistää tilastollisesti tuloksia useammista tutkimuksista painotettuja keskiarvoja. Tässä selvityksessä käytettiin log-odds –menetelmää (todennäköisyys).

### Tulokset

Selvityksessä mukana olleista 142 tuloksesta yli 80 % viittaa, että turvallisuus on parantunut valaistuksen rakentamisen jälkeen, ja alle 20 %:ssa tuloksista turvallisuus on huonontunut. Koska suurimmassa osassa tuloksista turvallisuus on parantunut, voidaan todeta, että yleisesti tievalaistus parantaa turvallisuutta. Ainoastaan 45 tulosta oli tilastollisesti merkitseviä, lähes sata tulosta ei ollut tilastollisesti merkitseviä.

Onnettomuusmäärien keskiarvoilla mitattuna yöajan onnettomuudet vähenivät 30 % ja onnettomuusaste vähentyi keskimäärin 33 %. Tievalaistuksen vaikutukset vaihtelevat merkittävästi onnettomuuksien vakavuuden mukaan. Yöajan kuolemaan johtaneet onnettomuudet vähenivät keskimäärin 65 %, loukkaantumiseen johtaneet onnettomuudet 30 % ja omaisuusvahinkoon johtaneet onnettomuudet 15 %. Tutkimuksissa, jotka on tehty eri vuosikymmenillä ja eri maissa (eri ympäristöissä), on samankaltaiset tulokset, joten voidaan päätellä, että tievalaistuksen turvallisuusvaikutukset eivät ole vähentyneet vuosien tai sijainnin myötä. Tutkimusten perusteella tievalaistus näyttäisi vaikuttavan eniten jalankulkijoiden onnettomuuksiin kuin muihin onnettomuustyyppeihin sekä liittymissä tapahtuneisiin onnettomuuksiin.

Useimmissa tutkimuksissa esitetään hyvin vähän tutkimukseen liittyviä taustatekijöitä. Tutkimuksissa käytetään myös usein yksinkertaisia tieteellisiä menetelmiä aineistojen analysointiin. Monimutkaisempia monimuuttuja-analyyseja, joissa tilastollinen tarkastelu on tärkeämpää, ei tievalaistuksen vaikutusten tutkimisesta ole tehty.

## **Road Lighting for Safety /15/**

### Selvitys

Julkaisussa on esitetty laajasti tietoa tievalaistuksen eri vaikutuksista niin liikenneturvallisuuteen (onnettomuuksiin) kuin myös yleiseen turvallisuuteen (rikoksien estäminen). Liikenneturvallisuusvaikutukset on koottu aikaisemmin julkaistuista tutkimuksista. Julkaisussa on referoitu lyhyesti eri maissa tehtyjä tutkimuksia.

### Tulokset

Kaupunkialueiden pääteillä henkilövahinko-onnettomuuksien vähenemä tievalaistuksen rakentamisen jälkeen yöaikana on julkaisun mukaan noin 30 %. Haja-asutusalueiden maanteillä onnettomuusvähenemä on noin 40 % ja moottoriteillä noin 20 %.

Julkaisussa todetaan moottoriteiden olevan suhteellisesti turvattomampia pimeällä kuin valoisalla. Valaistut tiet ovat suhteellisesti noin 20 % turvallisempia kuin valaisemattomat tiet.

Valaistuksen kaksinkertaistamisella saadaan keskimäärin moottoriteillä 6 % onnettomuusvähenemä, maanteillä 13 % ja kaupunkialueilla 4 %.



## Road Safety and Highway Lighting /3/

### Selvitys

Artikkelissa esitetään keskeisimmät tulokset verrattaessa onnettomuuksia Quebecissa Kanadassa sekä Belgiassa. Belgian onnettomuusaineisto saatiin Institut National de Statistiques ja poliisilta. Aineistossa ei oltu eroteltu pelkästään omaisuusvahinkoon johtaneita onnettomuuksia. Quebecin aineisto saatiin poliisin täyttämistä onnettomuusraporteista.

Tarkasteltavat jaksot rajattiin valtateihin, joissa ajosuunnat on eroteltu keski-kaistalla. Valtatiet sijaitsivat suurten asukaskeskittymien ulkopuolella, eikä niillä ollut siltoja, ylikulkusiltoja tai tunneleita. Pimeän ajan onnettomuusriski arvioitiin suhdeluvuilla (esim. kuolemaan johtaneet onnettomuudet/kaikki onnettomuudet). Suhdeluvut laskettiin valaistuille teille että valaisemattomille teille. Belgiassa kaikille valtateille on rakennettu valaistus. Quebecissa valaistus on vain muutamilla valtatiejaksoilla. Myös nopeusrajoituksessa oli maiden välillä eroja, sillä Belgiassa nopeusrajoitus oli 120 km/h ja Quebecissa 100 km/h.

### Tulokset

Päätelmät tukevat aikaisempia tutkimuksia, että valaistus vähentää merkittävästi onnettomuuksien vakavuusastetta. Pimeä aika on vaarallisempi kuin valoisa aika riippumatta valaistuksesta. Pimeään aikaan tapahtuu enemmän vakavia ja kuolemaan johtavia onnettomuuksia. Tutkimuksessa lasketut suhdeluvut (vakavat onnettomuudet/kaikki onnettomuudet) todistavat, että vakavien onnettomuuksien riski pienenee kolmanneksella kun valaistus rakennetaan. Valaistuksella saavutettiin kaksi merkittävää hyötyä: onnettomuusmäärät vähenivät ja onnettomuuksien vakavuus väheni.

Artikkelin mukaan valaistus vähentää pimeän ajan onnettomuuksia 65 % kuolemaan johtaneissa, 30 % vakavissa ja noin 15 % omaisuusvahinkoonnettomuuksissa.

Pimeän ajan onnettomuudet tapahtuvat erityisesti viikonloppuisin. Molemmissa maissa pimeän ajan onnettomuuksista yli puolet tapahtuu perjantaista sunnuntaihin. Suurempaan onnettomuusmäärään vaikuttaa viikonloppujen myöhäisemmän liikkumisen ajankohta, alkoholin käytön ja väsymyksen lisääntyminen. Öisin eniten onnettomuuksia tapahtuu puolenyön ja kello 1.00 välisenä aikana. Pimeä aika kasvattaa onnettomuusriskiä noin 40 %.

Molemmissa maissa pimeän ajan onnettomuuksista kahden ajoneuvon väliset törmäykset olivat yleisiä (45 % onnettomuuksista). Belgiassa tieverkolla on enemmän rakenteita (esim. valopylväitä, suojakaiteita), joten törmäyksiä rakenteisiin oli myös paljon (lähes 44 %). Quebecissa yli puolet (50,3 %) pimeän ajan onnettomuuksista on yksittäisonnettomuuksia, tieltä suistumisia tai ajoneuvon hallinnan menettämisiä. Valaistuilla tiejaksoilla törmäyksien määrä toisiin ajoneuvoihin tai tierakenteisiin kasvoi merkittävästi. Artikkelissa ei tarkennettu onnettomuuksien vakavuutta.



Taulukko 2-3. Onnettomuuksien jakautuminen eri valoisuusolosuhteissa tarkastelumaissa.

	Quebec			Belgia		
	Päivä	Yö		Päivä	Yö	
		Valais- tus	Valaise- maton		Valais- tus	Valaise- maton
Kuolemaan johtaneet	2,1 %	1,4 %	6,1 %	3,6 %	5,4 %	7,0 %
Vakavaan loukkaantumiseen johtaneet	14,2 %	14,6 %	18,6 %	19,5 %	24,3 %	52,3 %
Vähäiseen loukkaantumiseen johtaneet	83,7 %	84,0 %	75,3 %	76,9 %	70,3 %	40,6 %

Quebecissa viidennes onnettomuuksista oli kuolemaan tai vakavaan loukkaantumiseen johtaneita, Belgiassa vastaavia onnettomuuksia oli lähes kolmannes kaikista onnettomuuksista. Nopeus oli yksi merkittävä selittäjä onnettomuuksien määrässä. Kuolemaan tai vakavaan loukkaantumiseen johtaneita onnettomuuksia tapahtui molemmissa maissa suhteellisesti eniten yöllä. Riski kuolla tai loukkaantua vakavasti oli valaisemattomalla tiellä noin 1,5 -kertainen valaistuun tiejaksoon verrattuna.

Artikkelin mukaan nopeus vaikuttaa suoraan onnettomuuksiin 55 %. Muita tekijöitä ovat teiden kunnossapito, turvavöiden käyttö ja liikennemäärät. Tievalaistus saattaa madaltaa kaikkien pimeään ajan onnettomuuksien vakavuutta. Valaistuilla tiejaksoilla vakavuusaste oli samaa tasoa kuin valoisana aikana.

## Road Traffic Accidents: the Impact of Lighting /10/

### Selvitys

Artikkelissa esitetään eri tahojen yhteistutkimuksen tuloksia taajamassa olevan tievalaistuksen vaikutuksista näköhavaintoon ja reaktioaikoihin. Tutkimuksen lähtötietoina on analysoitu Iso-Britannian onnettomuusrekisterin aineistoja tievalaistuksen osalta.

### Tulokset

Aikaisemmissa tutkimuksissa on todistettu, että onnettomuusaste on korkeampi pimeällä kuin valoisalla, kuten myös onnettomuuksien vakavuuskin.

Taulukko 2-4. Onnettomuuksien vakavuusaste valoisalla ja pimeällä eri tyyppisillä teillä. Luvut ovat kuolemaan johtanut onnettomuus/100 onnettomuutta.

	Moottoritie	Taajamatie	Haja-asutus- alueen tie
Valoisa	1,44	0,66	2,54
Pimeä	3,34	1,38	4,42



Taulukko 2-5. Pimeällä tapahtuneet onnettomuudet eri tyyppisillä teillä. Luvut ovat kuolemaan johtanut onnettomuus/100 onnettomuutta.

	Moottoritie	Taajamatie	Haja-asutus- alueen tie
Valaistus	1,85	1,36	3,20
Valaisematon	5,32	2,12	4,96

Onnettomuuksien vakavuus ja määrä riippuvat teiden valaistuksesta. Huono valaistus on merkittävä tekijä pimeän ajan korkeaan onnettomuusasteeseen.

Onnettomuuksista 95 % johtui kuljettajan tekemästä virheestä. Näistä onnettomuuksista 44 % johtui hahmottamisvirheistä. Hahmottamisvirheet ovat yleisempiä huonoissa valoisuusolosuhteissa. Valaisinpylväät itsessään voivat myös muodostaa turvallisuusriskin, heijastus voi heikentää kohteiden näkyvyyttä ja "valosaastetta" pidetään joillakin alueilla suurena ongelmana.

#### Risk compensation – the case of road lighting /1/ ja Road lighting increases safety – But motorists drive slightly faster and pay less attention /2/

##### Selvitys

Molemmat artikkelit koskevat samaa tutkimusta. Tutkimuksen lähtökohtana oli oletamus, että tievalaistuksen rakentamisen seurauksena käytetyt ajoneuvot kasvavat hieman ja autoilijat keskittyvät vähemmät ajamiseen. Tievalaistuksen rakentaminen ei näin ollen paranna liikenneturvallisuutta niin tehokkaasti kuin se voisi.

Aikaisempien tutkimusten tulokset osoittavat, että ajoneuvojen keskinopeus ei muutu, kun tievalaistus rakennetaan. Tulosta voidaan perustella sillä, että lujempaa ajavien osuuden vastapainoksi tievalaistuksen rakentaminen lisää alhaisempaa nopeutta ajavia autoilijoita, esimerkiksi vanhuksia ja naisia.

Yleinen oletamus kirjallisuudessa on, että tiellä liikkujat muuttavat käyttäytymistään, kun tiettyjä toimenpiteitä onnettomuusriskin vähentämiseksi toteutetaan.

Aikaisempien tutkimusten perusteella tievalaistuksen tiedetään alentavan onnettomuuksien määrää ja onnettomuusriskiä pimeällä, mutta epävarmaa sen sijaan on, kasvattaako tievalaistus ajonopeuksia. Oletamus on, että tievalaistuksen onnettomuuksia vähentävä vaikutus voisi olla suurempi, jos kuljettajat eivät kompensoisi vaikutuksia. Toisaalta jos kuljettajat eivät alenna nopeuttaan pimeällä verrattuna päivänvaloon, ei voida olettaa, että he nostaisivat nopeutta pimeällä kun tievalaistus rakennetaan. Myöskään aikaisempien tutkimusten perusteella autoilijat eivät näyttäisi muuttavan käyttäytymistään pimeän ollessa riskitekijä alentamalla nopeuttaan. Tämän perusteella voidaan olettaa, etteivät autoilijat muuta käyttäytymistään silloinkaan, kun riskitekijää pienennetään tai poistetaan kokonaan, kuten esimerkiksi tässä tutkimuksessa rakentamalla valaistus.

Tievalaistuksen mahdollisen riskitekijän kompensoiminen tutkittiin ennen - jälkeen tutkimuksella. Tarkastelujakso ja vertailujakso sijaitsivat samalla tiel-



lä E18. Tievalaistus rakennettiin vuonna 1994. Tieosalta tarkasteltiin erikseen suoraa tieosaa sekä kaarteista tieosaa. Tutkimuksessa oli kaksi tarkastelujaksoa valaistulla tieosalla ja valaisemattomalla tieosalla valoisaan ja pimeään aikaan. Valoisa aika oli kello 9.00 – 15.00 ja pimeä aika kello 19.00 – 24.00 välinen aika.

Ajonopeuksia mitattiin tutkalla kolmen viikon ajan ennen -jaksolla ja neljän viikon ajan jälkeen -jaksolla. Autoilijoille tehtiin kysely kahden päivän ajan ennen -jaksolla ja kahden päivän ajan jälkeen -jaksolla. Autoilijoiden keskittymistä tutkittiin sekä kyselyllä että videokuvauksella, jossa kuvattiin autoilijan asemaa kaistalla sivusuunnassa.

Suoralla tieosalla autoilijoiden, jotka ovat keskittyneitä, voidaan olettaa jatkuvasti korjaavan ajosijaintia välttääkseen suuria korjauksia. Toisaalta autoilijat, jotka ovat vähemmän keskittyneitä, eivät reagoi muutoksiin niin nopeasti. Pienet ja useat muutokset ajoneuvon sijainnissa voivat viitata parempaan keskittymiseen, kun taas suuret ja harvat muutokset voivat viitata alhaisempaan keskittymiseen.

Tutkalla mitattua nopeusdataa käsiteltiin tuntien keskiarvoina. Keskinopeuksia ei painotettu liikennemäärillä. Nopeuksien muutokset arvioitiin kahdella varianssi-menetelmällä. Kyselyt analysoitiin  $\chi^2$  -testillä.

Tutkimuksessa tehtiin kaksi eri vertailua:

- a) Tarkastelujaksolla nopeutta pimeällä verrattiin nopeuteen valoisalla ennen ja jälkeen tievalaistuksen rakentamisen.
- b) Tarkastelujaksolla nopeutta pimeällä verrattiin nopeuteen pimeällä vertailujaksolla ennen ja jälkeen tievalaistuksen rakentamisen tarkastelujaksolle.

#### Tulokset

Suoralla tieosalla muutos ajonopeudessa pimeällä ja valoisalla ennen ja jälkeen tievalaistuksen rakentamisen oli merkittävä, nopeus kasvoi pimeällä 3,6 km/h, valoisalla nopeus kasvoi 1 km/h. Keskinopeus kasvoi näin ollen 3,5 % enemmän pimeällä kuin valoisalla tievalaistuksen rakentamisen jälkeen. Myös kaarteisella tieosalla ajonopeuden muutos ennen - jälkeen oli merkittävä. Pimeällä nopeus kasvoi 0,5 km/h ja valoisalla aleni 1,8 km/h. Keskinopeus kasvoi siis 3,2 % enemmän pimeällä kuin valoisalla tievalaistuksen rakentamisen jälkeen.

Suoralla tieosalla ajonopeuden muutos pimeällä oli merkittävä verrattaessa ennen - jälkeen -nopeuksia tarkastelu- (+3,6 km/h) ja vertailujaksolla (-0,2 km/h). Ajonopeus kasvoi tarkastelujaksolla 5 % enemmän kuin vertailujaksolla. Kaarteisella tieosalla ajonopeus kasvoi hieman tarkastelujaksolla (0,5 km/h), mutta vertailujaksolla muutosta ei ollut. Keskinopeus kasvoi siis 0,7 % enemmän tarkastelujaksolla kuin vertailujaksolla.



Taulukko 2-6. Tutkimuksen tulokset. Taulukossa on esitetty eri tarkastelujaksojen keskinopeudet (km/h).

	Suora		Kaarre		Suora		Kaarre	
	Pimeä	Valoisa	Pimeä	Valoisa	Tarkastelujakso	Vertailujakso	Tarkastelujakso	Vertailujakso
Ennen	77,8	78,0	70,8	72,1	77,8	79,2	70,8	76,1
Jälkeen	81,4	79,0	71,3	70,3	81,4	79,0	71,3	76,1
Muutos	3,6	1,0	0,5	-1,8	3,6	-0,2	0,5	0,0

Suoran tieosuuden suurempi muutos voi johtua siitä, että tievalaistus on suoralla tieosalla tehokkaampaa, kun valaistus lisää näkyvyyttä enemmän. Kaarteisella tieosalla valaistus ei valaise niin tehokkaasti.

Kyselyn mukaan kuljettajat muuttivat ajonopeuttaan tievalaistuksen olemassa oloon. Keskittymisessä keskimäärin muutokset olivat pieniä. Tosin muutos valoisan ja pimeän välillä molemmilla jaksoilla oli merkittävä, 5 %.

Tievalaistuksen rakentaminen saattaa vaikuttaa myös taustalla. Saattaa olla, että jotkut autoilijat, jotka eivät ajaisi pimeällä ilman tievalaistusta, lähtevät ajamaan kun valaistus rakennetaan ja nämä henkilöt ovat todennäköisesti paremmin keskittyneitä kuin muut autoilijat.

Tulokset osoittivat, että pimeällä autoilijoista miehiä oli hieman enemmän kuin naisia ja toisaalta nuorempia autoilijoita enemmän kuin vanhempia. Valaistuksen rakentamisen jälkeen yli 45 -vuotiaiden naisten osuus kasvoi 23 %:sta 36 %:iin, samansuuntainen muutos oli myös miesten osuudessa. Naiset keskittyivät ajamiseen enemmän kuin miehet. Kaikissa ikäryhmissä tulos oli samantyylinen valaistulla ja pimeällä sekä ennen ja jälkeen tievalaistuksen rakentamisen. Keskittyminen kasvoi iän lisääntyessä.

Tutkimusten mukaan muutokset ajoneuvon sivusuunnan sijainnissa olivat suurempia (ja näin ollen autoilijan keskittyminen oli heikompa), kun tievalaistus oli rakennettu. Muutos oli tilastollisesti merkitsevä, 42 %. Tulokset ajoneuvon sivusuunnan sijainnista osoittavat, että keskittyminen on heikompa valaistulla tieosalla kuin valoisaalla. Samansuuntainen tulos oli myös ajonopeudessa, ajonopeudet olivat korkeampia valaistulla tieosalla kuin valoisaalla. Syy muutokseen voi olla, että pimeän aikaan ja valoisaalla autoilijat ovat erityyppisiä. Näyttää siltä, että autoilijoiden reagoiminen eri riskitekijöihin on kuitenkin erittäin monimutkaista.

Kuljettajat muuttivat ajonopeuttaan ja keskittymistään tievalaistuksen olemassa oloon. Tulokset viittaavat siihen, että 30 – 80 % kuljettajista muutti ajokäyttäytymistään/ -keskittymistään tievalaistuksen rakentamisen vaikutuksesta. Ajonopeuksien muuttaminen ei kuitenkaan kompensoi valaistuksen vaikutuksia onnettomuuksiin. Tulokset viittaavat myös siihen, että samantyyppiset kuljettajaryhmät eivät aja pimeän aikaan ja valoisaalla, jolloin verrattaessa näitä kahta ryhmää keskenään, vertaillaan kahta erilaista kuljettajaryhmää.

Tulokset osoittivat, että tievalaistus on riskitekijä ajonopeuksien kasvuun ja keskittymisen heikkenemiseen. Riskiaste on kuitenkin maltillinen ja aikaisemmat tutkimukset ovat osoittaneet, että tievalaistus vähentää onnettomuusriskiä. Hypoteesi, että nopeudet eivät yleisellä tasolla nouse valaistuksen rakentamisen jälkeen, voidaan perustella sillä, että jotkut kuljettajat aja-



vat lujempaa, mutta heidän vastapainoksi tievalaistuksen rakentaminen lisää hiljempaa ajavien (iäkkäämpien, naisten) osuutta. Tievalaistus vaikuttaa erilaisiin kuljettajaryhmiin erilailla. Yhteenvetona voidaan todeta, että tievalaistus vähentää onnettomuuksia, parantaa ihmisten liikkuvuutta korkeimpina nopeuksina ja suurempana liikennemääränä (vanhempien ikäluokkien ja naisten osalta) sekä johtaa mukavampaan ajamiseen vähempänä keskittymisenä.

## European Road Lighting Technologies /22/

### Selvitys

Julkaisussa on koottu tietoa tievalaistuksesta eri eurooppalaisista virastoista ja alan asiantuntijoilta. Julkaisun kirjoittajat vierailivat Suomessa, Sveitsissä, Ranskassa, Belgiassa sekä Hollannissa. Selvitykseen on koottu tietoa viimeisimmistä valaistustutkimuksista ja -teknologioista moottoriteillä sekä maanteillä. Selvityksessä on käsitelty myös tunnelien ja liikennemerkkien valaistusta sekä muita mahdollisia teillä käytettyjä valaistusmenetelmiä. Selvitys toimii osaltaan lähtötietona päivitettäessä amerikkalaista ohjejulkaisua, Informational Guide for Roadway Lighting.

### Tulokset

Liikenneonnettomuuksien määrä ja vakavuus on yöaikaan suhteellisen korkea päiväajan onnettomuuksiin verrattuna.

Yhdysvalloissa vain 25 % liikennesuoritteesta tapahtuu pimeällä, kun taas kuolemaan johtaneista onnettomuuksista noin 55 % tapahtuu vastaavana aikana. Onnettomuusmäärä ajettuja kilometrejä kohti on yöaikaan kolminkertainen kuin päiväaikaan.

Monet maat ovat raportoineet merkittäviä turvallisuusvaikutuksia onnettomuuksiin, loukkaantumisiin ja kuolemiin, kun tievalaistus on rakennettu. Suomessa vähenemät olivat 20...30 % ja Hollannissa 18...23 %. Norjassa vähenemät olivat 65 % kuolemantapauksissa, 30 % loukkaantuneiden määrässä sekä 15 % omaisuusvahingoissa.

Selvityksessä on kerrottu Etelä-Suomessa tehdystä kokeilusta, jossa tievalaistus sammutettiin. Tuloksena oli 25 % kasvu onnettomuusmäärissä. Kun valaistusta vähennettiin  $1,5 \text{ cd/m}^2 \rightarrow 0,75 \text{ cd/m}^2$ , onnettomuusmäärät kasvoivat 13 %. Hollannissa on tehty kokeilu, jossa tievalaistusta voitiin säädellä riippuen liikennemäärästä ja säätilasta. Normaalitaso oli  $1,0 \text{ cd/m}^2$ , korkea taso  $2,0 \text{ cd/m}^2$  ja matala taso  $0,2 \text{ cd/m}^2$ . Asiantuntijat eivät löytäneet tilastollisia eroavaisuuksia onnettomuuksissa korkealla ja normaalilla tasolla, mutta otoksien määrä oli vähäinen. Onnettomuusmäärät matalalla tasolla ja vähäisellä liikennemäärällä oli tutkimuksen mukaan "hyväksyttäviä".

## Pimeän tulon vaikutus liikenneonnettomuuksiin /5/

### Selvitys

Tutkimuksessa on selvitetty onnettomuuksien syntyyn johtavia, erityisesti pimeyden tuloon liittyviä tekijöitä. Valoisuuden vaikutus on pyritty erottamaan



muista onnettomuuksiin vaikuttavista tekijöistä samalla menetelmällä kuin aikaisemmin on tutkittu hirvionnettomuuksien ajoittumista.

Tutkimuksessa tarkasteltiin erityisesti pimeyden tulon osuutta maanteiden ja taajamien onnettomuuksiin. Pelkästään valoisuuden merkitystä on ollut vaikea selvittää, sillä monet muutkin tekijät (esim. väsymys, rattijuopumus, ylinopeudet) ajoittuvat myös yöaikaan. Tutkimuksessa käytettiin menetelmää, jossa valoisuuden vaikutus "suodatettiin" onnettomuusaineistosta esille seuraavasti: kunkin onnettomuuden sijoittuminen suhteessa auringonlaskuun ja -nousuun laskettiin tapahtumapaikan perusteella (ajallinen etäisyys auringonlaskuun ja -nousuun), minkä jälkeen aineisto voitiin sijoittaa auringon sijaintiin perustuvalle "valoisuusakselille".

Onnettomuusaineistoista maantieaineisto (vuodet 1989-1999) saatiin Tielaitokselta. Aineistoon otettiin vain henkilövahinkoon johtaneet onnettomuudet ja ne onnettomuudet, jotka olivat tapahtuneet 60 km/h nopeusrajoitusalueella (onnettomuuksia oli 33 784 onn.). Taajama-aineisto (vuodet 1978-1999) saatiin Helsingin kaupungilta. Aineistossa oli kaikki poliisin tietoon tulleet onnettomuudet (onnettomuuksia oli 97 297 onn.). Puolella aineistosta ei ollut nopeusrajoitustietoa.

#### Tulokset

Suhteellinen kolarimäärä riippuu valoisuudesta, sillä pimeys heikentää ainakin autoilijoiden mahdollisuuksia havaita heijastimet jalankulkija. Onnettomuuksia sattuu suhteutettuna liikennemääriin selvästi enemmän yöllä kuin päivällä. Yhdysvalloissa kuolemaan johtaneista onnettomuuksista sattuu pimeällä suhteellisesti 3 - 4 -kertaa enemmän kuin valoisaan aikaan. Viimeaikaisissa ruotsalaisissa tutkimuksissa on laskettu, että vaikka alkoholin vaikutuksen alaisena ajettujen onnettomuudet poistetaan aineistosta, suhteellinen onnettomuusmäärä on aamuyöllä korkeimmillaan lähes kuusinkertainen aamupäivän suhteelliseen onnettomuusmäärään verrattuna.

Pimeys lisää hyvin selvästi ainakin eläin- ja jalankulkijaonnettomuuksia. Valoisuus vaikuttaa merkittävästi myös onnettomuustyyppeihin, joissa on osallisena vain moottoriajoneuvoja. Maanteillä pimeys näyttää 1,5 - 2 -kertaistavan näiden onnettomuuksien määrän. Eniten pimeyden tulo näyttää lisäävän ohitus- ja kohtaamisonnettomuuksia. Taajamassa pimeyden tulo vaikuttaa eniten vakavien auto-onnettomuuksien määrään, mutta myös peltikolareiden suhteellinen määrä kasvaa selvästi auringon laskettua. Suhteellinen onnettomuusmäärä painuu jyrkästi alas juuri auringon laskiessa, mutta "ponnahtaa" pian takaisin jopa hieman korkeammalle tasolle kuin ennen auringon laskua. Liikennemäärän vähetessä ajoneuvojen toisilleen aiheuttama onnettomuusriski pienenee nopeasti, mikä johtaa suhteellisen onnettomuusmäärän laskuun. Pimeyden tulo lisää kuitenkin osaltaan onnettomuusriskiä ja suhteellinen onnettomuusmäärä nousee siksi nopeasti takaisin ylös.

Pimeys vaikuttaa onnettomuusmäärään enemmän maantieolosuhteissa kuin taajamissa. Eniten pimeyden tulo näyttää lisäävän ohitus- ja kohtaamisonnettomuuksia. Pimeys vähintään 2 - 3 -kertaistaa jalankulkijoiden onnettomuuksien määrän maanteillä. Myös taajamassa jalankulkijaonnettomuudet lisääntyvät selvästi pimeyden laskeuduttua, erityisesti sateella.

Pimeys osoittautui siis yksinäänkin merkittäväksi auto-onnettomuuksien riskitekijäksi ja valoisuuden vaihtelu tulisi rinnastaa voimakkaammin keliolosuhteiden vaihteluun liikenneturvallisuustyössä.



## Tievalaistuksen vähentämisen vaikutus onnettomuuksiin /20/

### Selvitys

Luonnosvaiheessa olevassa selvityksessä on pyritty löytämään sellaisia tievalaistuksen käyttö- ja ohjaustapoja sekä suunnittelu- ja asennusperiaatteita, joilla valaistuksen sähkökulutusta voidaan pienentää ja samalla parantaa hyötykustannussuhdetta. Säästötavoitteesta huolimatta liikenneturvallisuus ei saa huonontua.

### Tulokset

Viimeisimpien tievalaistusta ja liikenneturvallisuutta koskevien tutkimusten mukaan tievalaistus vähentää pimeän ajan onnettomuuksia seuraavasti:

- |                                      |      |
|--------------------------------------|------|
| • Kuolemaan johtaneet onnettomuudet  | 65 % |
| • Loukkaantumiseen johtaneet onn.    | 30 % |
| • Omaisuusvahinkoihin johtaneet onn. | 15 % |

Tiehallinnon tulkinnan mukaan tievalaistus vähentää eniten vakavia onnettomuuksia, mutta vaikutus vähenee tien standardin noustessa.

Selvitys osoitti, että valaistuksen vähentämisen aiheuttama onnettomuuskustannusten lisäys on suurempi kuin sähkön säästö, jos alkuperäinen valaistushanke on ollut kannattava. Niillä teillä, jotka on valaistu muilla kuin liikennetaloudellisilla perusteilla, valaistus voidaan öisin sammuttaa tai himmentää liikennemäärän alittaessa seuraavat KVL:n arvot:

	Sammutus	Himmennys
• Moottoriteillä	4 000	5 000
• Valta- tai kantatie	1 000	2 000
• Muu maantie ja paikallistie	1 000	1 500
• Taajamatie	700	1 000

Tievalaistuksen sammuttaminen lisää aina onnettomuuksia. Ajoradan ollessa pitkähkön aikaa luminen, valaistuksen himmentäminen ei lisää onnettomuuksia.

## Driving After Dark /11/

### Selvitys

Artikkeli on kooste Yhdysvaltojen National Highway Traffic Safety Administration (NHTSA) julkaisemasta Traffic Safety Facts 2000 sekä Federal Highway Administration (FHWA) Fatality Analysis Reporting System 2000 -raporteista.

### Tulokset

Pimeään aikaan ajaessa turvallisen ajamisen haasteet ovat suuremmat kuin valoisana aikana, sillä tällöin autoilijan on vaikeampi nähdä esimerkiksi varoituserkkejä ja tiemerkeitä. Keskimäärin puolet kuolemaan johtaneista onnettomuuksista tapahtuu yöllä, vaikka liikennemäärät ovatkin silloin pienempiä. Artikkelissa ei kerrota tarkemmin valoisana ja pimeän ajan rajausta. Artikkelin mukaan kuolemaan johtaneiden onnettomuuksien onnettomuusaste pimeän aikana on kolme-neljä kertaa suurempi kuin valoisana aikana ja



kaikkiaan onnettomuusmäärät ovat pimeään aikaan noin 1,6 -kertaa suuremmat kuin valoisaan aikaan.

Suurin osa pimeän ajan onnettomuuksista on yksittäisonnettomuuksia, suistumisonnettomuuksia, mikä viittaa siihen, että autoilijan kyky erottaa varoitusmerkkejä, ohjeita ja viittoja voi olla keskeinen tekijä. Federal Highway Administration:llä on jatkuvasti käynnissä tutkimuksia esim. tievalaistuksen vaikutuksista. Fatality Analysis Reporting System mukaan 49 % kuolemaan johtaneista onnettomuuksista tapahtuu yöllä. Vaikka lukumääräisesti kuolemaan johtaneita onnettomuuksia tapahtuu päivällä ja yöllä yhtä paljon, kuolemaan johtaneiden onnettomuuksien osuus yöllä on suurempi, koska tällöin tapahtuu vähemmän onnettomuuksia ja on vähemmän liikennettä. Yöllä tapahtuneet onnettomuudet ovat vakavampia kuin päivällä tapahtuneet.

### 2.3 Kirjallisuusselvityksen yhteenveto

Seuraavassa on tiivistetty kirjallisuusselvityksen keskeiset tulokset. Koska olosuhteet eri maissa saattavat poiketa selvästi toisistaan, tuloksissa valaistuksen vaikutuksista on vaihtelua ja osittain ristiriitaisuuttakin. Yleensä vaikutusten on todettu olevan samansuuntaiset, mutta niiden suuruudessa on vaihtelua. Koska osa läpi käydystä aineistosta on ollut kirjallisuusselvityksiä tai useiden tutkimusten koostetarkasteluja, joidenkin tutkimusten tulokset toistuvat monissa lähteissä.

**Onnettomuusriski pimeällä on selvästi keskimääräistä suurempi. Pimeällä korostuvat erityisesti vakavat onnettomuudet ja jalankulkijaonnettomuudet.**

Pimeän ajan onnettomuusriski on selvästi suurempi kuin valoisassa. Useissa selvityksissä on todettu, että henkilövahinko-onnettomuusriski pimeällä on 1,5 -kertainen päiväaikaan verrattuna. Yleensä tulokset on saatu vertaamalla pimeällä tapahtuneiden onnettomuuksien osuutta kaikista onnettomuuksista pimeällä ajettavan liikennesuorituksen osuuteen.

Pimeän ajan onnettomuudet ovat keskimääräistä vakavampia. Kuolemaan tai vakavaan vammautumiseen johtaneet onnettomuudet lisääntyvät kaksinkertaiseksi ja Yhdysvalloissa jopa 3 - 4 -kertaiseksi päiväaikaan verrattuna. Kaikkien henkilövahinko-onnettomuuksien osalta lisäyksen on yleisesti todettu olevan 50 %:n luokkaa.

Useissa tutkimuksissa on todettu, että erityisesti jalankulkijaonnettomuuksien osuus kasvaa pimeällä. Yhdessä tutkimuksessa jalankulkijaonnettomuuksien on todettu lisääntyvän pimeällä 1,5 -kertaiseksi taajamissa ja jopa 4,5 -kertaiseksi maaseudulla. Jalankulkijaonnettomuusriskin kasvu selittää osaltaan onnettomuuksien suurempaa vakavuusastetta pimeällä.

Muiden onnettomuustyyppien osalta ei ole havaittavissa kovin selviä trendejä, vaan tulokset ovat jossain määrin ristiriitaisia. Voidaan kuitenkin sanoa, että suistumisten ja muiden yksittäisonnettomuuksien osuus korostuu pimeällä ajoneuvojen keskinäisiin onnettomuuksiin verrattuna. Eläinonnettomuuksista ei kirjallisuudessa ollut juurikaan mainintoja.

Useammassa tutkimuksessa on todettu pimeyden lisäävän sekä onnettomuuksien määrää että vakavuusastetta enemmän maaseudulla kuin taaja-



missa. Moottoriteiden osalta tulokset ovat hieman ristiriitaisia, mutta yleensä ne sijoittuvat maaseututeiden ja taajamateiden väliin.

Yhdessä tutkimuksessa pimeän ajan onnettomuuksien on todettu keskittyvän viikonloppuihin, minkä on arveltu johtuvan paitsi suuremmasta pimeän ajan liikenteestä myös alkoholin ja väsymyksen vaikutuksista.

### **Tievalaistuksen rakentaminen vähentää onnettomuuksia, erityisesti vakavia onnettomuuksia ja jalankulkijaonnettomuuksia**

Yleisesti tievalaistuksen rakentamisen on todettu vähentävän pimeän ajan onnettomuuksia 20...40 %.

Vakavien onnettomuuksien on todettu vähenevän keskimääräistä enemmän. Useita tutkimuksia käsitelleessä koosteselvityksessä (meta-analyysi) tievalaistuksen vaikutukset vakavuusasteen mukaan olivat:

- kuolemaan johtaneet onnettomuudet keskimäärin - 65 %
- loukkaantumiseen johtaneet onnettomuudet keskimäärin - 30 %
- omaisuusvahinkoon johtaneet onnettomuudet keskimäärin - 15 %.

Useissa selvityksissä on todettu jalankulkijaonnettomuuksien vähenevän keskimääräistä enemmän. Turvallisuusvaikutuksen on todettu olevan erityisen voimakas suojateiden kohdalla, joissa myös lisävalaistuksen jo valaistuilla teillä on todettu olevan kannattavaa.

Useissa selvityksissä valaistuksen rakentamisen on todettu vähentävän onnettomuuksia ja onnettomuuksien vakavuusastetta enemmän maaseutuoloissa kuin taajamissa. Liittymävalaistusten ja tielinjavalaituksen vaikutavuuseroista tulokset eivät olleet selkeitä tai yhdenmukaisia.

### **Tievalaistuksen osittainen sammuttaminen tai himmentäminen johtaa turvallisuusvaikutuksen selvään menetykseen**

Tievalaistuksen osittaista sammuttamista tai himmentämistä tutkittiin lähinnä energiansäästösyistä. Valaistuksen vähentäminen lisää onnettomuuskustannuksia enemmän kuin saatu sähkön säästö. Valaistuksen sammuttaminen lisää aina onnettomuuksia. Tanskassa on todettu, että valaistuksen 50 % vähentäminen johti onnettomuuksien 4 % kasvuun. Kansainvälisessä koosteselvityksessä on dokumentoitu Suomessa tehdystä kokeilusta, jossa valaistustason himmentäminen johti 13 %:n kasvuun onnettomuuksissa.

### **Nykyisen valaistustason parantaminen vähentää hieman onnettomuuksia**

Nykyisen valaistuksen valaistustason parantamisesta on useita tutkimuksia, joissa sen on todettu vähentävän onnettomuuksia (Australia -21 %, Englanti - 9 %, Göteborg - 11 %). Tutkimuksissa ei kuitenkaan ole yleensä ole kuvattu valaistuksen lähtötasoa tai muutosta valaistustasossa.

**Tievalaistuksen rakentamisen on todettu nostavan ajonopeuksia**

Muutamassa tutkimuksessa on selvitetty tievalaistuksen vaikutusta ajonopeuksiin. Ruotsissa on todettu tievalaistuksen rakentaminen vaikutuksesta ajonopeuksien kasvavan 3,6 km/h suoralla tieosalla ja 0,5 km/h kaarteisella osuudella. Myös Saksassa on todettu tievalaistuksen parantamisen nostavan ajonopeuksia.

**Tievalaistuksen muut vaikutukset**

Tutkimusten mukaan kuljettajien keskittyminen heikkenee, kun valaistus rakennetaan. Tievalaistuksella toisaalta parannetaan kuljettajien havainnointimahdollisuuksia niin liikennemerkkien kuin muiden tiellääikkujenkin osalta. Ruotsissa on havaittu valaistuksen rakentamisen lisänneen naisten ja vanhempien autoilijoiden osuutta.



### 3 ENNEN-JÄLKEEN -TUTKIMUS TIEVALAISTUSTEN TURVALLISUUSVAIKUTUKSISTA

Tässä osatutkimuksessa on selvitetty yleisille teille 1990-luvulla rakennettujen tievalaistusten vaikutuksia tapahtuneisiin onnettomuuksiin. Vertaamalla onnettomuuksia kolmen vuoden jaksolta ennen ja kolmen vuoden jaksolta jälkeen tievalaistuksen rakentamisen on voitu päätellä tievalaistuksen vaikutus onnettomuuksiin.

#### 3.1 Tutkimusaineiston hankinta ja käsittely

Tierekisterissä on tietolaji, joka kertoo tievalaistuksen käyttöönottopäivämäärän. Tämän tietolajin perusteella tierekisteristä on poimittu vuosina 1991 - 99 rakennetut tievalaistukset. Tieriekisteriaineiston suuren koon vuoksi ja tietojen luotettavuuden varmistamiseksi tievalaistuksia tierekisteristä poimittaessa käytettiin seuraavia rajoituksia:

- normaali kaksikaistainen tie (ei moottoriväyliä)
- tievalaistus on taajaman ulkopuolella (= taajama-merkin vaikutusalueen ulkopuolella)
- tien liikennemäärä (KVL 2002) vähintään 1500 autoa/vrk
- tievalaistuksen pituus vähintään 500 m
- tievalaistus Tiehallinnon rakentama (kuntien rakentamien valaistusten valmistumisaikatieto ei ole välttämättä luotettava).

Näin rajattuna tierekisteristä löytyi yhteensä 1660 tievalaistuskohdetta.

Turvallisuusvaikutusten ennen - jälkeen -vertailun kannalta on oleellista, onko kohteeseen rakennettu pelkästään tievalaistus vai liittyykö tievalaistus johonkin parantamistoimenpiteeseen tai mahdollisesti kokonaan uuden tien rakentamiseen. Tätä ei ole mahdollista kattavasti selvittää pelkästään tierekisteriaineiston perusteella. Tieriekisterin tietolajin "Tekninen toimenpide" perusteella aineistosta on karsittu sellaiset tievalaistuskohdeet, joissa vertailu-aikajaksolla on tehty suuntauksen parantaminen tai kokonaan uuden tien rakentaminen. Pienemmät, mutta turvallisuuden kannalta merkittävät toimenpiteet, kuten liittymäjärjestelyt, ohituskaistojen rakentaminen tai tien levenyttäminen, pyrittiin selvittämään tiepiireiltä.

Esikarsitun aineiston pohjalta tehtiin kysely tiepiireille. Kyselyn tavoitteena oli kustakin valaistuskohdesta

- selvittää, onko kyseessä pelkkä tievalaistuksen rakentaminen vai liittyykö valaistus johonkin muuhun parantamistoimenpiteeseen (esim. tien parantaminen, kevyen liikenteen väylän rakentaminen, liittymän parantaminen, ohituskaistojen rakentaminen)
- onko kyseessä liittymävalaistus vai pitempi linjavalistus
- tarkistaa valaistuksen rakentamisvuosi sekä sijaintitiedot.

Kysely sisälsi lähetekirjeen lisäksi luettelon (Excel-taulukko) tiepiirin alueen valaistuskohdeista tarkistettavine ja täydennettävine tietoineen. Aineisto käsiteltiin tässä vaiheessa noin 730 valaistuskohdetta (10 - 190 kohdetta/tiepiiri).



Kyselyyn vastaaminen edellytti tuntumaa 1990-luvulla tehtyihin valaistuksiin. Vastaukset saatiin seitsemästä tiepiiristä, joista kahden tiepiirin osuuden hoitivat nykyään Tieliikelaitoksen palveluksessa olevat sähkötekniikot.

Tiepiirikyselyn vastausten käsittelyn jälkeen soveltuvia tievalaistuskohhteita jäi aineistoon noin 350 kohdetta. Näiden kohteiden osalta onnettomuusrekisteristä poimittiin onnettomuusaineisto, jossa on onnettomuustiedot kolmelta vuodelta sekä ennen että jälkeen tievalaistuksen rakentamisen.

Onnettomuusaineiston käsittelyvaiheessa aineistossa havaittiin vielä epäloogisuuksia. Osassa kohteista poliisin onnettomuusilmoitusten mukaan oli ennen -aineistossa onnettomuuksia, jotka olivat tapahtuneet valaistulla tiellä. Toisaalta osassa kohteista jälkeen -aineistossa oli onnettomuuksia, jotka oli ajettu pimeässä valaisemattomalla tiellä. Nämä epäloogisuuksia sisältäneet kohteet karsittiin pois.

Karsinnan jälkeen lopulliseen tutkimusaineistoon jäi 236 valaistuskohdetta yhteispituudeltaan 429 km. Keskimääräinen liikenne (KVL 2002) oli 1 900 autoa/vrk ja vuosisuorite oli yhteensä 311 milj.autokm/v. Kohteiden määrän suhteen aineisto oli riittävä luotettavien johtopäätelmien tekoon.

Ennen -aineiston valaistulla tiellä ajettujen onnettomuuksien saattavat johtua siitä, että valaistuksen rakentaminen on ollut vanhan valaistuksen uusiminen, mikä ei voi päätellä tierekisteritiedoista, tai että valaistuksen käyttöönotto on kirjattu tierekisteriin todellisuutta myöhemmäksi. Jälkeen -aineiston pimeässä ajettujen onnettomuuksien saattavat pieneltä osin johtua siitä, että tievalaistus on ollut epäkunnossa tai muuten sammutettuna, mutta tällaisten tapausten suuri määrä viittaa kirjausvirheisiin esimerkiksi onnettomuuksien tapahtumapaikkaosoitteissa.

## 3.2 Tievalaistuksen turvallisuusvaikutukset

Tutkimusaineiston 236 valaistuskohhteesta 184 kohteeseen on tehty pelkästään tievalaistus ja muissa 52 kohteessa tievalaistus on tehty jonkun muun toimenpiteen yhteydessä.

Aineiston luotettavuuden varmistamiseksi ja käsittelyteknisistä syistä henkilövahinko-onnettomuuksia on tarkasteltu vain koko aineistosta, mutta erilaiset jakautumatarkastelut on tehty kaikkia onnettomuuksia koskevana. Tulosten perusteella voidaan olettaa, että tievalaistuksen vaikutukset henkilövahinko-onnettomuuksiin ovat samansuuntaiset, mutta astetta suuremmat kuin kaikkiin onnettomuuksiin. Pienen määrän vuoksi kuolemaan johtaneita onnettomuuksia ei ole tarkasteltu erikseen, vaan ne on sisällytetty henkilövahinko-onnettomuuksiin.

Onnettomuusriskiä kuvataan onnettomuusasteella, joka määritelmänsä mukaan on onnettomuuksien määrä vuodessa jaettuna vuosittaisella liikennesuoritteella. Tässä selvityksessä onnettomuusaste eri valaistusolosuhteissa on laskettu jakamalla onnettomuuksien määrä koko vuoden liikennesuoritteella. Siten esimerkiksi pimeän ajan onnettomuusaste kuvaa pimeässä tapahtuneiden onnettomuuksien määrää suhteessa koko vuoden liikenteeseen, ei pelkästään pimeän ajan liikenteeseen.

Näin esitettyjen onnettomuusasteiden perusteella voidaan arvioida tievalaistuksen ansiosta saatavia onnettomuuksien vähenemisiä suoraan KVL-tiedon perusteella. Koska tarkkaa tietoa hämärän ja pimeän ajan liikennesuoritteesta



ta ei ole käytettävissä, näin laskettu onnettomuusaste on käyttökelpoisempi vaikutustarkasteluja (esim. TARVA-laskelmat) tehtäessä.

On selvää, että tievalaistuksen turvallisuusvaikutus suhteutettuna pelkästään pimeään ajan liikennesuoritteeseen on huomattavasti suurempi kuin koko vuorokauden liikennesuoritteeseen.

Tuloksista on tehty tilastollinen luotettavuustarkastelu. Aineistosta on testattu, kuinka luotettavasti voidaan sanoa, että jälkeen-tilanteen onnettomuusaste on pienempi kuin ennen-tilanteen onnettomuusaste. Toisin sanoen kuinka luotettavasti voidaan sanoa, että onnettomuusaste on pienentynyt tievalaistuksen vaikutuksesta.

Seuraavissa taulukoissa tulosten luotettavuutta on kuvattu seuraavasti:

- tulos erittäin merkitsevä	lihavoitu***
- tulos merkitsevä	lihavoitu**
- tulos melkein merkitsevä	normaali*
- tulos ei merkitsevä	pienennetty.

Tilastollisen tarkastelun toteuttamista ja tuloksia on kuvattu tarkemmin liitteessä 1. Yleisesti voidaan sanoa, että kooltaan riittävän aineiston pitäisi sisältää 30 - 70 havaintoa eli tässä tapauksessa valaistuskohdetta. Kun tarkastellaan pelkän tievalaistuksen rakentamista, kohteiden määrä on hyvin riittävä kokonaistarkasteluille. Yhdistettyjen toimenpiteiden osalta aineisto kuitenkin monessa ryhmässä on riittämätön tilastollisesti luotettavien tulosten saamiseksi.

Osa tievalaistuksista on aikanaan voitu toteuttaa paikkoihin, joissa tievalaistuksen rakentamisen syynä on voinut olla satunnaisvaihtelun vuoksi epänormaalin korkea onnettomuusmäärä ennen-tilanteessa. Onnettomuusmäärä olisi näissä kohteissa voinut laskea, vaikka tievalaistusta ei olisi rakennettu. Tätä ns. onnettomuuslukujen regressiovaikutusta ei tässä ennen - jälkeen -tutkimuksessa ole otettu huomioon.

### 3.2.1 Pelkkä tievalaistuksen rakentaminen

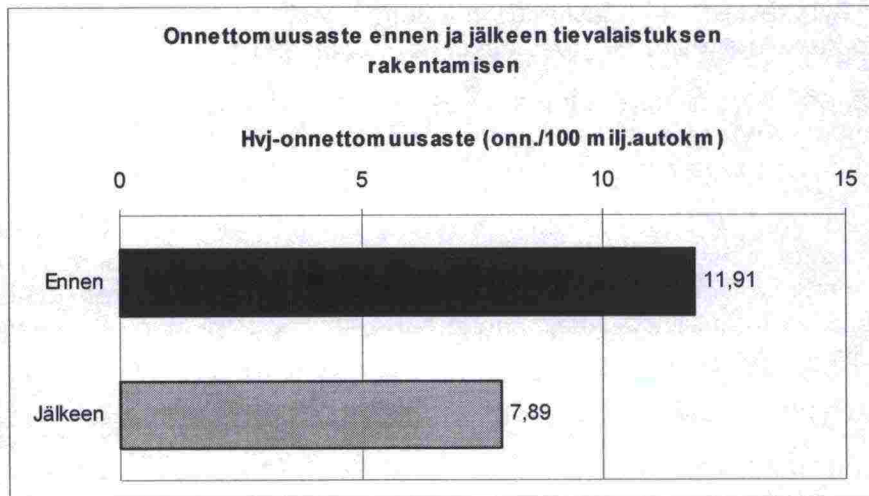
Tutkimusaineistossa on 184 kohdetta, joihin on rakennettu tievalaistus, mutta ei ole tehty muita toimenpiteitä. Kohteiden yhteispituus on 317 km. Keskimääräinen liikennemäärä (KVL 2002) on 2000 autoa/vrk ja vuosisuorite 232 milj. autokm/v.

Tievalaistuksen rakentamisen jälkeen henkilövahinkoon johtaneita onnettomuuksia (hvj-onnettomuudet) on tapahtunut 34 % (taulukko 5-1 ja kuva 5-1) ja kaikkia onnettomuuksia 22 % (taulukko 5-2 ja kuva 5-2) vähemmän kuin ennen -tilanteessa. Vakavat onnettomuudet ovat siten vähentyneet selvästi enemmän kuin kaikki onnettomuudet.

*Taulukko 5-1. Koko vuorokauden henkilövahinko-onnettomuusaste ennen ja jälkeen tievalaistuksen rakentamisen.*

Onnettomuusaste (hvj-onn./100 milj. autokm)			Onnettomuuksien määrä	
Ennen	Jälkeen	Jälkeen/ennen	Ennen	Jälkeen
11,91	7,89	0,66***	83	55

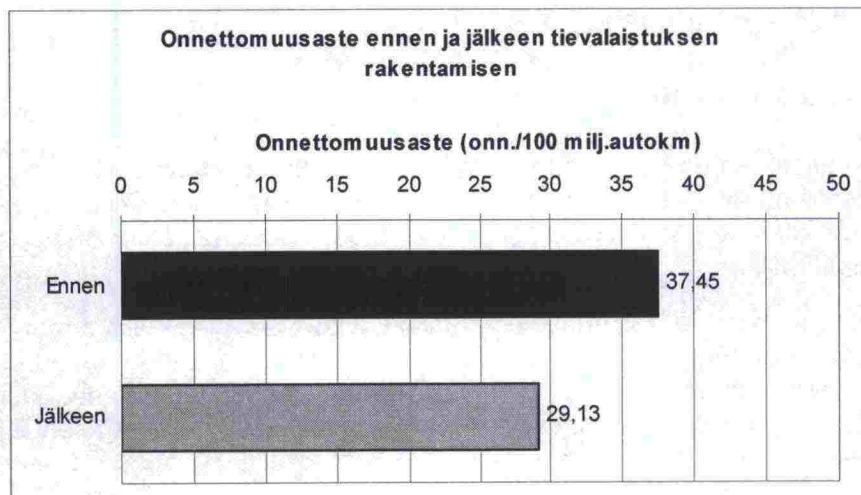




**Kuva 5-1.** Koko vuorokauden henkilövahinko-onnettomuusaste ennen ja jälkeen tievalaistuksen rakentamisen.

**Taulukko 5-2.** Koko vuorokauden kaikkien onnettomuuksien onnettomuusaste ennen ja jälkeen tievalaistuksen rakentamisen.

Onnettomuusaste (onn./100 milj. autokm)			Onnettomuuksien määrä	
Ennen	Jälkeen	Jälkeen/ennen	Ennen	Jälkeen
37,45	29,13	0,78***	261	203



**Kuva 5-2.** Koko vuorokauden kaikkien onnettomuuksien onnettomuusaste ennen ja jälkeen tievalaistuksen rakentamisen.

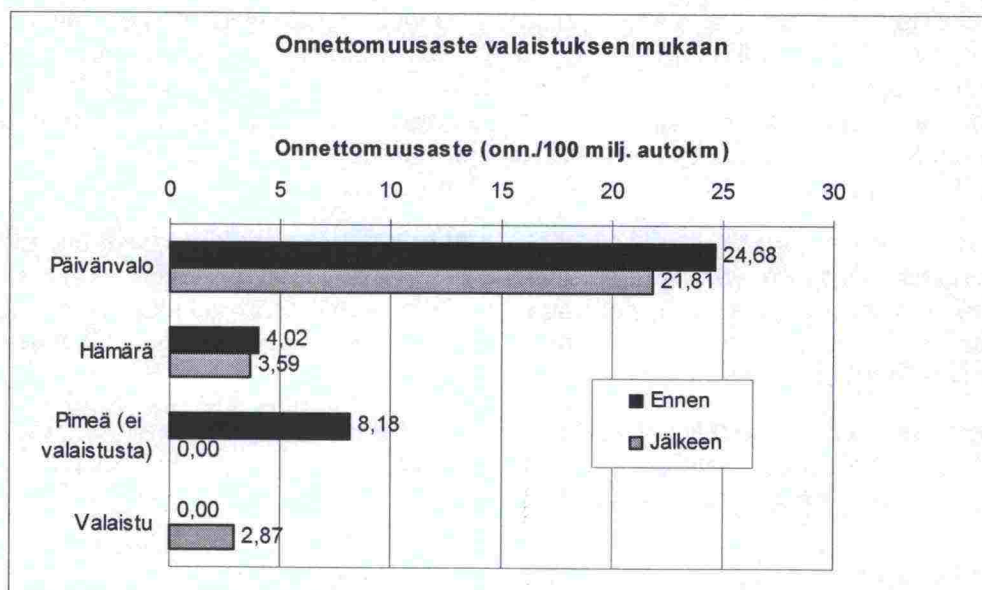
Pimeän ajan onnettomuudet ovat vähentyneet 65 %. Kolmivuotisjaksolla ennen valaistuksen rakentamista pimeällä on tapahtunut 57 onnettomuutta,



mutta kolmivuotisjaksolla valaistuksen rakentamisen jälkeen on valaistuksen päällä ollessa tapahtunut 20 onnettomuutta (taulukko 5-3 ja kuva 5-3).

Taulukko 5-3. Kaikkien onnettomuuksien onnettomuusaste (onnettomuusmäärä/koko vuoden suorite) valoisuuden mukaan ennen ja jälkeen tievalaistuksen rakentamisen.

Valoisuus	Onnettomuusaste (onn./100 milj. autokm)			Onnettomuuksien määrä	
	Ennen	Jälkeen	Jälkeen /ennen	Ennen	Jälkeen
Päivänvalo	24,68	21,81	0,88**	172	152
Hämärä	4,02	3,59	0,89**	28	25
Pimeä (ei valaistusta)	8,18	-	} 0,35	57	0
Valaistu	-	2,87		0	20
<b>Yhteensä</b>	<b>37,45</b>	<b>29,13</b>	<b>0,78***</b>	<b>257</b>	<b>197</b>



Kuva 5-3. Kaikkien onnettomuuksien onnettomuusaste valaistuksen mukaan ennen ja jälkeen tievalaistuksen rakentamisen.

Taulukosta 5-3 on havaittavissa, että myös päivänvalossa ja hämärässä tapahtuneet onnettomuudet jälkeen -jaksolla ovat vähentyneet 11...12 % ennen -jaksoon verrattuna. Tievalaistuksen rakentaminen ei vähennä päivänvalo-onnettomuuksia vaan saattaa hieman lisätä niitä, koska valaisinpylväät lisäävät onnettomuusriskiä suistumistapauksissa. Tosin 1990-luvulla valaistukset on pääosin tehty törmäysturvallisin pylväin.

Syitä päivänvalo-onnettomuuksien vähenemiseen on haettava muualta. Aikavälillä 1991 - 2002 koko maan yleisten teiden henkilövahinko-onnettomuudet ovat vähentyneet 14 % /8/. Osaksi onnettomuuksien väheneminen johtuu turvallisuutta parantavista toimenpiteistä, esimerkiksi tievalaistuksen rakentamisesta, mutta osaksi onnettomuuksien väheneminen johtunee ajokulttuurin ja autokannan parantumisesta.



Tutkimusaineiston valaistuskohdeissa onnettomuuksien tarkastelujakso on 7 vuoden mittainen: kolme vuotta ennen ja kolme vuotta jälkeen valaistuksen rakentamisen sekä valaistuksen rakentamisvuosi, jonka onnettomuudet eivät sisälly tarkasteluun. Tarkastelujakson aikana kohteissa ei ole tierekisterin mukaan tehty rakenteellisia toimenpiteitä, mutta esimerkiksi nopeusrajoituksia on voitu muuttaa.

Yhteenvedona voidaan todeta, että osaksi onnettomuuksien väheneminen ennen - jälkeen -tarkastelussa johtunee yleisestä suotuisasta onnettomuuskehityksestä eikä ole pelkästään tievalaistuksen ansiota. Kaikkien onnettomuuksien osalta kokonaisonnettomuusvähenemä on noin kaksinkertainen valoisan ajan onnettomuusvähenemään verrattuna eli tievalaistuksen osuus on noin puolet kokonaisonnettomuusvähenemästä. Tällä olettamuksella **tievalaistuksen vaikutuksesta henkilövahinko-onnettomuudet vähenevät noin 17 % ja kaikki onnettomuudet vähenevät noin 11 %**. Tievalaistuksen vaikutus pimeän ajan onnettomuuksiin on huomattavasti suurempi: henkilövahinko-onnettomuuksiin arviolta 45...55 % ja kaikkiin onnettomuuksiin 30...40 %.

Muutokset onnettomuusasteissa onnettomuustyyppin mukaan käyvät ilmi taulukosta 5-4 ja kuvasta 5-4. Kun otetaan huomioon, että valaistuksen vaikutus on noin puolet kokonaisvähenemästä, tievalaistus vähentää kevytliikenne-onnettomuuksia noin 17 %, eläinonnettomuuksia vain noin 3 %, yksittäisonnettomuuksia noin 8 % ja muita onnettomuuksia noin 14 %. Muut onnettomuudet ovat yleensä ajoneuvojen välisiä onnettomuuksia, kuten kääntymis-, ohitus-, kohtaamis- tai peräänajo-onnettomuuksia.

Suuri vähennys kevyen liikenteen onnettomuuksissa vaikuttaa siihen, että onnettomuuksien vakavuusaste pienenee tievalaistuksen ansiosta. Koska kevyen liikenteen määrät saattavat joissakin kohteissa valaistuksen myötä lisääntyä, voidaan tievalaistusta pitää erittäin tehokkaana kevyen liikenteen turvallisuuden parantajana.

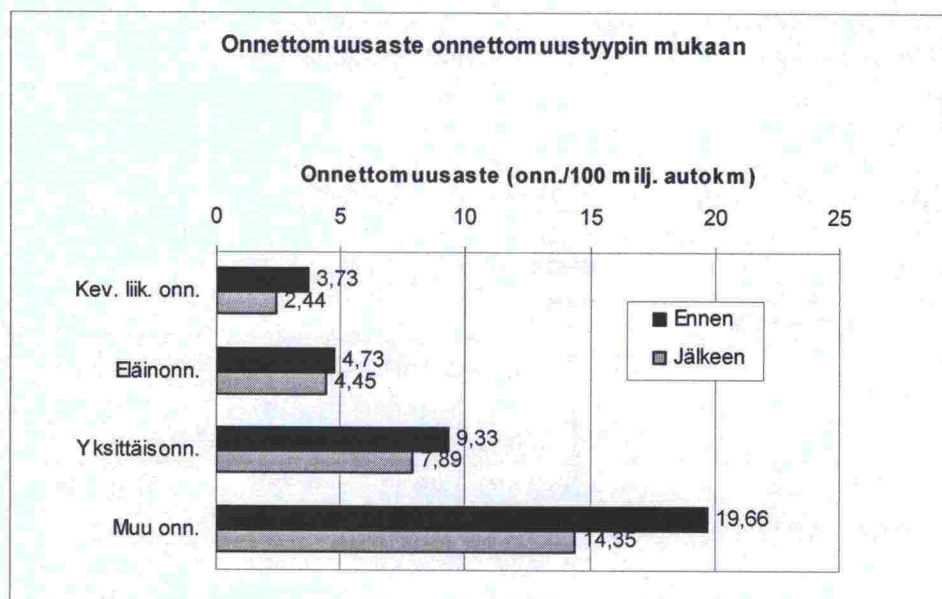
Eläinonnettomuuksien pieneen vähenemään vaikuttanee se, että aikavälillä 1988 - 2002 hirvikanta on kasvanut noin kolmanneksella, mikä on vastavasti lisännyt onnettomuusriskiä.

Taulukko 5-4.

*Kaikkien onnettomuuksien onnettomuusaste onnettomuustyyppin mukaan ennen ja jälkeen tievalaistuksen rakentamisen (sisältää myös valoisan ajan onnettomuudet).*

Onnettomuustyyppi	Onnettomuusaste (onn./100 milj. autokm)			Onnettomuuksien määrä	
	Ennen	Jälkeen	Jälkeen /ennen	Ennen	Jälkeen
Kev. liik. onn.	3,73	2,44	0,65*	26	17
Eläinonn.	4,73	4,45	0,94*	33	31
Yksittäisonn.	9,33	7,89	0,85***	65	55
Muu onnett.	19,66	14,35	0,73***	137	100
<b>Yhteensä</b>	<b>37,45</b>	<b>29,13</b>	<b>0,78***</b>	<b>261</b>	<b>203</b>





Kuva 5-4. Kaikkien onnettomuuksien onnettomuusaste onnettomuustyyppin mukaan ennen ja jälkeen tievalaistuksen rakentamisen (sisältää myös valoisan ajan onnettomuudet).

### 3.2.2 Tievalaistus yhdistettynä muihin toimenpiteisiin

Tutkimusaineistossa on yhteensä 52 kohdetta, joissa tievalaistus liittyy johonkin muuhun samaan aikaan tehtyyn toimenpiteeseen. Erilaisten toimenpiteiden määrä käy ilmi taulukosta 5-5. Aineistossa on 24 kohdetta, joissa tievalaistus liittyy kevyen liikenteen väylän rakentamiseen, ja 11 kohdetta, joissa tievalaistus liittyy tienparantamiseen. Muunlaisia yhdistettyjä toimenpiteitä on vain muutama ryhmässään, ja etenkin näiden osalta aineisto ei riitä luotettaviin johtopäätelmiin. Varsinkin henkilövahinko-onnettomuuksien lukumäärä erilaisten toimenpiteiden osalta jää niin pieneksi, että tarkempi tarkastelu ei ole tarkoituksenmukaista.

Taulukko 5-5. Erilaisten kohteiden määrä, yhteispituus ja liikennesuorite tutkimusaineistossa.

Toimenpide	Kohteiden määrä	Yhteispituus (km)	Liikennesuorite (milj. autokm/v)
Pelkkä tievalaistus	184	317,0	232,32
Tievalaistus + kevyen liikenteen väylä	24	51,7	3,95
Tievalaistus + liittymän parantaminen	7	8,5	6,15
Tievalaistus + tien parantaminen	11	25,5	7,58
Tievalaistus + kevyen liikenteen väylä + liittymän parantaminen	3	3,1	2,11
Tievalaistus + kevyen liikenteen väylä + tien parantaminen	7	22,9	2,32
<b>Yhteensä</b>	<b>236</b>	<b>428,7</b>	<b>310,90</b>



Tievalaistus yhdessä kevyen liikenteen väylän kanssa näyttää vähentävän onnettomuuksia ja varsinkin henkilövahinko-onnettomuuksia selvästi enemmän kuin pelkkä tievalaistus (taulukot 5-6 ja 5-7). Muiden toimenpidetyyppien osalta aineisto on liian suppea johtopäätelmien tekoon.

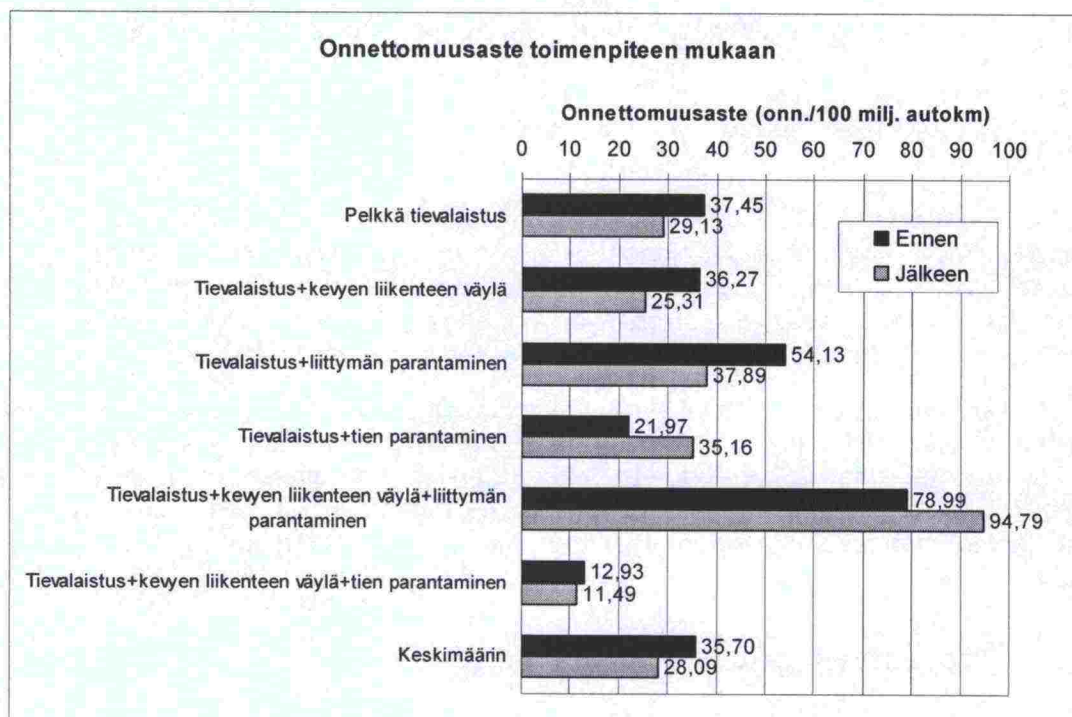
*Taulukko 5-6. Kaikkien onnettomuuksien onnettomuusaste toimenpiteen mukaan ennen ja jälkeen tievalaistuksen rakentamisen (sisältää myös valoisian ajan onnettomuudet).*

Toimenpide	Onnettomuusaste (onn./100 milj. autokm)			Onnettomuuksien määrä	
	Ennen	Jälkeen	Jälkeen /ennen	Ennen	Jälkeen
Pelkkä tievalaistus	37,45	29,13	0,78***	261	203
Tievalaistus + kevyen liikenteen väylä	36,27	25,31	0,70***	43	30
Tievalaistus + liittymän parantaminen	54,13	37,89	0,70*	10	7
Tievalaistus + tien parantaminen	21,97	35,16	1,60	5	8
Tievalaistus + kevyen liikenteen väylä + liittymän parantaminen	78,99	94,79	1,20	5	6
Tievalaistus + kevyen liikenteen väylä + tien parantaminen	12,93	11,49	0,89	9	8
Keskimäärin/yhteensä	35,70	28,09	0,79***	333	262

*Taulukko 5-7. Henkilövahinko-onnettomuuksien onnettomuusaste toimenpiteen mukaan ennen ja jälkeen tievalaistuksen rakentamisen (sisältää myös valoisian ajan onnettomuudet).*

Toimenpide	Henkilövahinko- onnettomuusaste(onn./100 milj. autokm)			Onnettomuuksien määrä	
	Ennen	Jälkeen	Jälkeen /ennen	Ennen	Jälkeen
Pelkkä tievalaistus	11,91	7,89	0,66***	83	55
Tievalaistus + kevyen liikenteen väylä	11,81	6,75	0,57	14	8
Tievalaistus + liittymän parantaminen	16,24	16,24	1,00	3	3
Tievalaistus + tien parantaminen	4,39	4,39	1,00	1	1
Tievalaistus + kevyen liikenteen väylä + liittymän parantaminen	0	15,8	-	0	1
Tievalaistus + kevyen liikenteen väylä + tien parantaminen	4,31	4,31	1,00	3	3
Keskimäärin/yhteensä	11,15	7,61	0,68***	104	71





**Kuva 5-5.** Kaikkien onnettomuuksien onnettomuusaste onnettomuustyyppin mukaan ennen ja jälkeen tievalaistuksen rakentamisen (sisältää myös valoisan ajan onnettomuudet).



## 4 TIEVALAISTUKSEN VAIKUTUS AJONOPEUKSIIN

### 4.1 Yleistä

Tässä osatutkimuksessa selvitettiin tievalaistuksen vaikutuksia ajonopeuksiin. Mahdollisilla muutoksilla ajonopeuksiin on oma merkityksensä tievalaistuksen vaikutuksia ja kannattavuutta arvioitaessa. Ajonopeuksien nousu valaistuksen vaikutuksesta lisäisi osaltaan onnettomuuksien määrää ja vakuusastetta, mutta toisaalta pienentäisi liikenteen aikakustannuksia.

Nykyiset tiedot ja tutkimustulokset tievalaistuksen vaikutuksesta ajonopeuksiin ovat ristiriitaisia eikä tuoreita tuloksia Suomesta ole käytettävissä. Tievalaistuksen käsikirjassa /19/ todetaan, että tievalaistuksen aiheuttama nopeuden muutos on valaistun tieosan pituudesta, liikennemäärästä, tien luokasta, raskaiden ajoneuvojen osuudesta ja nopeusrajoituksesta riippuen noin 1 km/h.

### 4.2 Nopeustutkimuksen aineisto

Ajonopeuksia on selvitetty ennen - jälkeen -tutkimuksella liikenteen automaattisten mittauspisteiden (LAM-pisteet) aineistosta. LAM-pisteistä poimitiin ne pisteet, jotka sijaitsevat tieosuuksilla, joille on rakennettu tievalaistus vuoden 1997 jälkeen. Näiden pisteiden aineistosta selvitettiin ajonopeudet ja nopeusprofiilit vuosi ennen ja vuosi jälkeen tievalaistuksen rakentamisen. Tarkasteluun soveltuvia LAM-pisteitä oli yhdeksän.

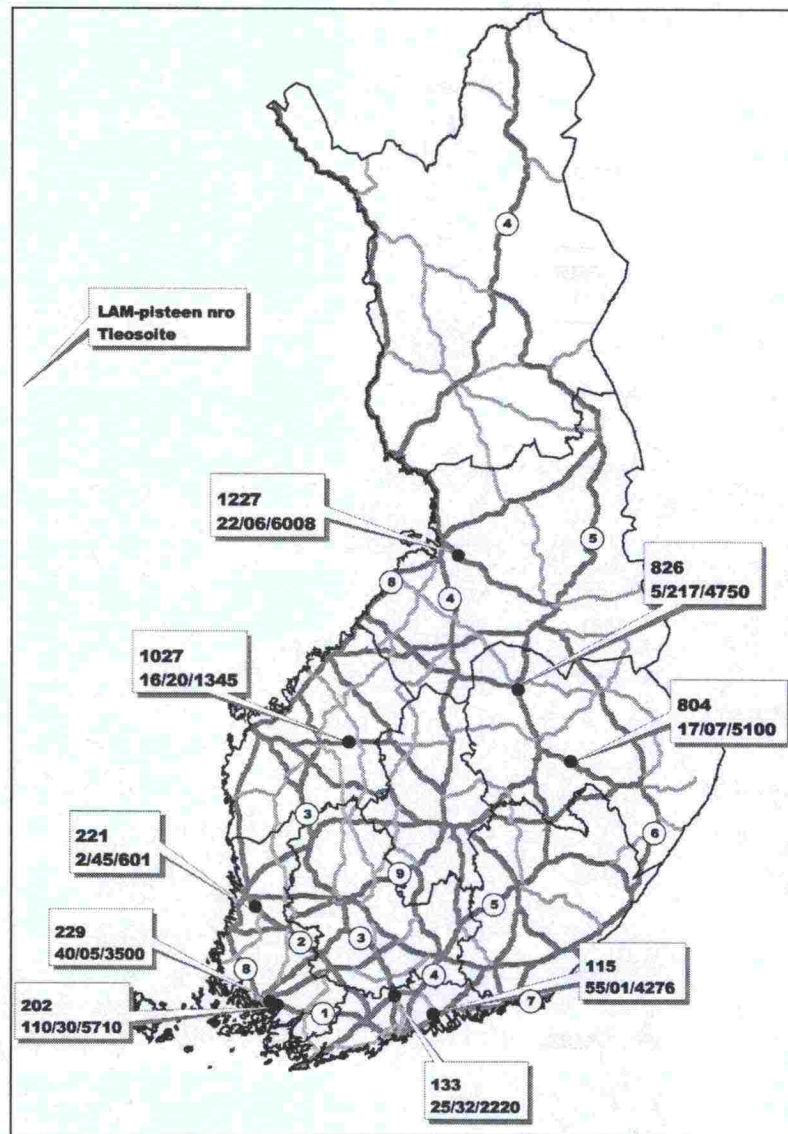
Taulukko 6-1. Tarkastelussa mukana olevien LAM-pisteiden ominaisuudet.

	Nopeusrajoitus		Yhteensä
	100 km/h	80 km/h	
Valtatie	4	2	6
Kantatie	2	-	2
Seututie	-	1	1
Yhteensä	6	3	9

Tarkasteltavista LAM-pisteistä kuusi sijaitsi valtateilla. Näistä neljä oli 100 km/h nopeusrajoituksen alueella (133, 826, 1027 ja 1227) ja kaksi 80 km/h nopeusrajoitusalueella (221, 804).

Kaksi LAM-pistettä sijaitsi kantatiellä 100 km/h nopeusrajoitusalueella (115, 229), toisen pisteen kohdalla on erillinen kevyen liikenteen väylä (229). Yksi LAM-piste sijaitsi seututiellä 80 km/h nopeusrajoitusalueella (202).

Liikennemäärät vaihtelevat pisteiden kohdilla 2 000 – 11 000 ajon./vrk.



Kuva 6-1. Ajonopeustarkastelussa mukana olevien LAM-pisteiden sijainti.

Nopeusaineisto hankittiin kahden viikon ajalta syyskuulta (viikot 37-38) vuosi ennen valaistuksen rakentamista ja vuosi rakentamisen jälkeen. Rakennusvuosi rajattiin pois tarkastelusta. Syyskuu valittiin tarkasteluajaksi, koska tällöin yöt ovat pimeä, mutta on edelleen kesäaika ja kesänopeusrajoitukset. Kahden viikon aineisto oletetaan riittävän suureksi, jotta eri keliolosuhteiden vaikutus pystyttiin kumoamaan. Aineistossa on mukana molempien ajosuuntien kaikki ajoneuvot.



Taulukko 6-2. LAM-pisteet ja tarkastelujaksot

LAM-piste	Tie	Tieosa/etäisyys	Tiepiiri	Valaistuksen rakennusvuosi	Tarkastelujakso 1	Tarkastelujakso 2	Nopeusrajoitus	KVL	KVL raskas
115	55	1/4276	Uusimaa	2002	10. - 23.9. 2001	8. - 21.9. 2003	100 km/h	5 411	515
133	25	32/2220	Uusimaa	2002	10. - 23.9. 2001	8. - 21.9. 2003	100 km/h	8 627	667
202	110	30/5710	Turku	1999	7. - 20.9. 1998	10. - 23.9. 2001	80 km/h	4 041	396
221	2	45/601	Turku	2001	11. - 24.9. 2000	9. - 22.9. 2002	80 km/h	9 427	955
229	40	5/3500	Turku	1997	9. - 22.9. 1996	7. - 20.9. 1998	100 km/h	9 510	943
804	17	7/5100	Savo-Karjala	2000	13. - 26.9. 1999	10. - 23.9. 2001	80 km/h	2 265	252
826	5	217/4850	Savo-Karjala	2000	13. - 26.9. 1999	10. - 23.9. 2001	100 km/h	4 773	536
1027	16	20/1345	Vaasa	1999	7. - 20.9. 1998	11. - 24.9. 2000	100 km/h	2 190	240
1227	22	6/6008	Oulu	2002	10. - 23.9. 2001	8. - 21.9. 2003	100 km/h	4 822	353

### 4.3 Tulokset

Yhteenveto tuloksista on taulukoissa 6-3 ja 6-4. Pistekohtaiset nopeuskuvaajat ovat liitteenä 2.

#### 4.3.1 Nopeusrajoitus 100 km/h

LAM-pisteistä kuusi sijaitsi 100 km/h nopeusrajoitusalueella. Muutokset ennen ja jälkeen valaistuksen rakentamisen olivat koko vuorokauden keskinopeudessa -1,3...+1,0 km/h. Keskimäärin nopeudet alenivat 0,5 km/h. Pimeän ajan tuntien (klo 20.00 – 6.00) keskinopeuden muutokset vaihtelivat -1,5...+1,2 km/h keskimääräisen aleneman ollessa 0,3 km/h. Valoisan ajan tuntien keskinopeuden muutokset vaihtelivat -1,3...+0,8 km/h keskimääräisen aleneman ollessa 0,5 km/h.

Yhteenvetona voidaan todeta, että ajonopeudet valoisalla ja pimeällä olivat samaa luokkaa ja valaistuksen rakentamisesta huolimatta nopeudet alenivat valoisalla ja pimeällä suunnilleen yhtä paljon.

**Taulukko 6-3.** Keskinopeudet ennen ja jälkeen tievalaistuksen rakentamisen pisteissä, joissa oli 100 km/h nopeakrajoitus. Kaikki keskinopeudet ovat liikennemäärillä painotettuja keskinopeuksia.

LAM-piste	Keskinopeus km/h								
	Koko vuorokausi			Pimeän tunnit klo 20.00 – 6.00			Valoisan tunnit klo 6.00 – 20.00		
	Ennen	Jäl-keen	Muu-tos	Ennen	Jäl-keen	Muu-tos	Ennen	Jäl-keen	Muu-tos
115	92,2	93,2	+1,0	89,6	90,8	+1,2	92,7	93,6	+0,9
133	93,8	92,5	-1,3	94,4	92,9	-1,5	93,7	92,5	-1,3
229	90,3	89,5	-0,8	92,6	92,0	-0,5	90,0	89,1	-0,8
826	98,3	97,8	-0,5	98,2	97,5	-0,7	98,3	97,9	-0,4
1027	93,9	93,0	-0,9	93,7	93,9	+0,2	93,9	92,9	-1,0
1227	94,5	93,6	-0,9	94,4	93,9	-0,5	94,5	93,5	-0,9
YHT	93,2	92,7	-0,5	93,5	93,2	-0,3	93,1	92,6	-0,5

#### 4.3.2 Nopeusrajoitus 80 km/h

LAM-pisteistä kolme sijaitsi 80 km/h nopeakrajoitusalueella. Muutokset ennen ja jälkeen valaistuksen rakentamisen olivat koko vuorokauden keskinopeudessa -0,7...0,0 km/h ollen keskimäärin -0,6 km/h. Pimeän ajan tuntien (klo 20.00 - 6.00) keskinopeuden muutokset vaihtelivat -2,6...+0,4 km/h ollen keskimäärin -0,5 km/h. Valoisan ajan tuntien keskinopeuden muutokset vaihtelivat 0,0...-0,7 km/h ollen keskimäärin -0,5 km/h.

Myös 80 km/h -rajoituksilla teillä ajonopeudet valoisalla ja pimeällä olivat samaa luokkaa ja valaistuksen rakentamisesta huolimatta nopeudet alenivat valoisalla ja pimeällä suunnilleen yhtä paljon.

**Taulukko 6-4.** Keskinopeudet ennen ja jälkeen tievalaistuksen rakentamisen pisteissä, joissa oli 80 km/h nopeakrajoitus. Kaikki keskinopeudet ovat liikennemäärillä painotettuja keskinopeuksia.

LAM-piste	Keskinopeus km/h								
	Koko vuorokausi			Pimeän tunnit klo 20.00 – 6.00			Valoisan tunnit klo 6.00 – 20.00		
	Ennen	Jäl-keen	Muu-tos	Ennen	Jäl-keen	Muu-tos	Ennen	Jäl-keen	Muu-tos
202	81,8	81,8	0,0	81,2	81,6	+0,4	81,9	81,8	0,0
221	83,2	82,5	-0,7	84,5	84,0	-0,5	82,9	82,2	-0,7
804	85,5	84,8	-0,7	88,7	86,1	-2,6	85,0	84,6	-0,5
YHT	83,8	83,3	-0,6	84,2	83,7	-0,5	83,0	82,4	-0,5



#### 4.4 Yhteenveto nopeustarkastelusta

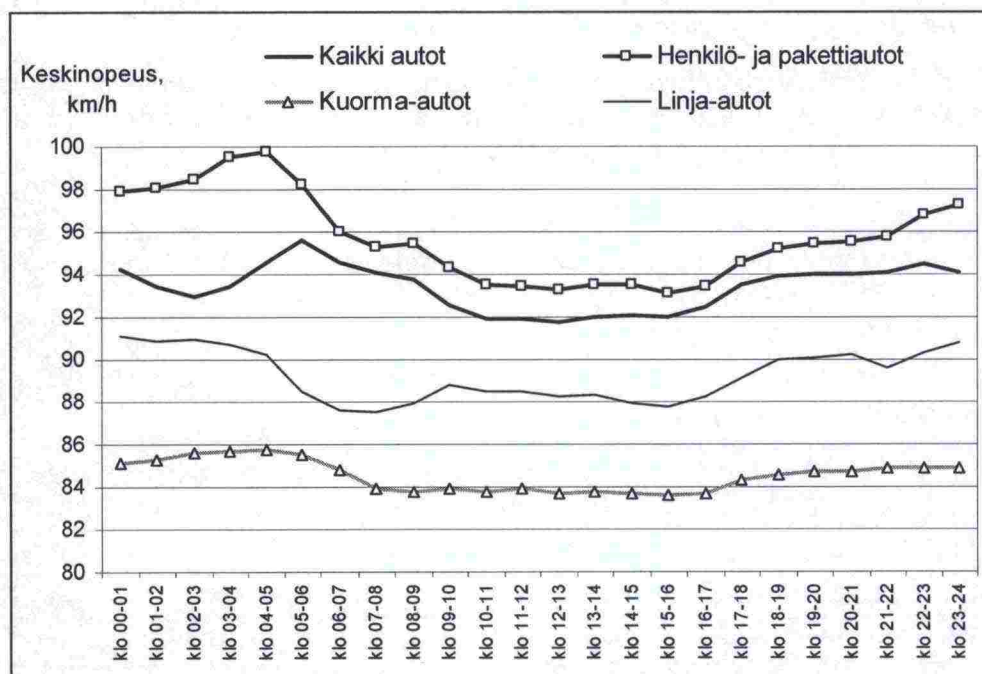
Selvityksen mukaan koko vuorokauden keskinopeudet ovat jälkeen -tilanteessa alentuneet keskimäärin noin 0,5 km ennen tilanteeseen verrattuna niin 100 km/h kuin 80 km/h -rajoituksilla. Tievalaistuksen rakentamisesta huolimatta pimeän ajan nopeudet ovat alentuneet samassa suhteessa kuin päiväajan nopeudet.

Yhteenvetona tarkastelusta voidaan todeta, että **päätieoloissa tievalaistuksen rakentaminen ei näytä nostavan ajonopeuksia**. Pistekohtaisia eroja suuntaan ja toiseen näyttää olevan, mutta selvää yhdenmukaista muutostrendiä ole löydettävissä.

Tutkimuksessa havaittu keskinopeuksien yleinen alentuminen johtunee liikenteen lisääntymisestä. Tarkastelupisteiden nopeusrajoituksia ei ole tutkimusjakson aikana muutettu eikä niissä tiettävästi ole tievalaistuksen rakentamisen lisäksi tehty muita ajo-olosuhteisiin vaikuttavia muutoksia.

Ennako-oletus tievalaistuksen ajonopeuksia nostavasta vaikutuksesta osoittautui tässä selvityksessä vääräksi. Yhtenä syynä tähän saattaa olla se, että yönopeudet pääteillä ovat nopeusrajoituksiin nähden jo sellaisella tasolla, että nopeuksia ei valaistuksen ajo-oloja parantavasta vaikutuksesta huolimatta ole enää "varaa" nostaa.

Kaikkien LAM-pisteiden aineistoon perustuvan selvityksen /6/ mukaan (kuva 6-2) autojen keskinopeudet ovat ylimmillään ilta- ja yöaikaan (klo 22.00 – 6.00) ja alimmillaan aamulla (klo 6.00 – 9.00) sekä iltapäivällä (klo 15.00 – 18.00). Vuorokautisen nopeusvaihtelun suuruus voi olla enimmillään luokkaa 15 km/h.



Kuva 6-2. Kesäarkipäivän (ma-to) keskinopeuden tuntivaihtelu ajoneuvolajeittain v. 2002 /6/.

Tarkastelua ei ole tehty erikseen nopeusrajoituksen mukaan, vaan kuva 6-2 sisältää sekä 100 km/h että 80 km/h -rajoitukset. Henkilöautojen yönopeudet ovat yli 95 km/h ja kuorma-autojen selvästi yli ajoneuvokohtaisen 80 km/h -rajoituksen. Tästä voisi päätellä, että nopeudet pimeällä ovat jo nopeusrajoituksen tuntumassa eikä niitä valaistuksen tulosta huolimatta ole "varaa" enää nostaa.

Yöajan suuremmat keskinopeudet selittynevät sekä hiljaisemmalla liikenteellä (muut autot eivät rajoita nopeuksia) että "sosiaalisen kontrollin" pienene-  
misellä. Pääteillä yöajan liikenne on keskimääräistä pitkämatkaisempaa ja kuljettajajoukko valikoitunut paljon ajavien suuntaan. Vastaavanlaisia tuloksia on saatu taajamien ajonopeuksia koskevassa tutkimuksessa /14/, jossa todettiin yönopeuksien olevan taajamasta riippuen 3...9 km/h suurempia kuin päivällä.

Koska tievalaistus ei näytä päätieoloissa nostavan ajonopeuksia, ei valais-  
tuksen rakentamisella saada ajokustannussäästöjä eikä niitä voida laskea  
valaistuksen hyödyksi valaistuksen taloudellista kannattavuutta laskettaessa.  
Toisaalta valaistus ei myöskään lisää kasvavasta ajonopeudesta seuraavaa  
onnettomuusalttiutta tai onnettomuuksien vakavuusastetta.



## 5 PÄÄTELMÄT JA SUOSITUKSET

Uuden tievalaistuksen rakentaminen vähentää tiejaksolla tapahtuvia onnettomuuksia. Tehdyn kirjallisuustutkimuksen perusteella vaikutus on selvä, mutta tulokset onnettomuusvähenemän suuruudesta vaihtelevat. Vaikutukset erilaisilla teillä ovat erisuuruisia.

Tässä selvityksessä tehdyn 1990-luvulla rakennettuja tievalaistuksia koskevan ennen - jälkeen -tutkimuksen perusteella päädyttiin siihen, että taajami- en ulkopuolisilla teillä tievalaistuksen rakentaminen vähentää koko vuoro- kauden henkilövahinko-onnettomuuksia noin 17 % ja kaikkia onnettomuuksia noin 11 %. Aineistossa kuolemaan johtaneiden onnettomuuksien määrä oli niin vähäinen, että niitä ei käsitelty erikseen.

Tievalaistuksen arvioidaan vähentävän pimeän ajan henkilövahinko-onnettomuuksia 45...55 % ja kaikkia onnettomuuksia 30...40 %.

Tievalaistuksen vaikutuksia arvioitaessa on otettu huomioon, että pimeän ajan onnettomuuksien lisäksi myös päivänvalossa ja hämärässä tapahtuneet onnettomuudet ovat jälkeen -jaksolla vähentyneet 11...12 % ennen -jaksoon verrattuna. Onnettomuuksien havaitusta kokonaisvähenemästä tämä ilmeisesti mm. ajokulttuurin ja autokaluston parantumisen ansiosta tapahtunut muutos selittää noin puolet ja tievalaistuksen rakentaminen noin puolet.

Tievalaistuksen ansiosta kevyen liikenteen onnettomuudet vähenevät arviolta 18 %. Muut onnettomuudet eli pääosin ajoneuvojen väliset onnettomuudet vähentyvät noin 14 %. Yksittäisonnettomuudet vähentyvät noin 8 % ja eläinonnettomuudet vain noin 3 %. Suuri vähennys kevyen liikenteen onnettomuuksissa vaikuttaa siihen, että tievalaistus vähentää henkilövahinko-onnettomuuksia enemmän kuin kaikkia onnettomuuksia. Siten onnettomuuksien vakavuusaste pienenee tievalaistuksen ansiosta. Eläinonnettomuuksien pientä vähenemää selittää hirvikannan 36 % kasvu vuosina 1998 - 2002.

Tulosten perusteella esitetään TARVA-ohjelmassa käytettäviä vaikutuskertoimia muutettavaksi taulukon 7-1 mukaisesti. Koska jäykkiä valaisinpylväitä nykyisellään käytetään vain kaiteen takana tai muutoin suojatuissa paikoissa, esitetään uudelle tievalaistukselle käytettäväksi vain yksiä vaikutuskertoimia.

Taulukko 7-1. *Esitys uusiksi tievalaistustoimenpiteiden vaikutuskertoimiksi TARVA-ohjelmassa.*

Toimenpide	Vaikutuskerroin			Vakavuuden pieneminen			Vaikutusaika
	Auto	Kevyt	Eläin	Auto	Kevyt	Eläin	
Esitys uusiksi vaikutuskertoimiksi							
Uusi tievalaistus	0,85	0,80	0,95	0,15	0,15	0	15 v
Nykyiset vaikutuskertoimet							
361 Uusi tievalaistus jäykin pylväin	0,95	0,9	0,9	0	0	0	20 v
362 Uusi tievalaistus myötäävin pylväin	0,9	0,9	0,9	0,15	0	0	15 v

Tievalaistuksen vaikutuksia ajonopeuksiin tutkittiin liikenteen automaattisten mittauspisteiden (LAM-pisteet) nopeusaineiston perusteella. Tutkimukseen poimittiin ne LAM-pisteet, joihin on vuoden 1997 jälkeen rakennettu tievalaistus, mutta joihin ei ole tullut muita muutoksia. Näissä yhdeksässä pisteessä verrattiin syyskuun nopeuksien tuntikeskiarvoja vuosi ennen ja vuosi jälkeen tievalaistuksen rakentamisen.

Vastoin ennakko-odotuksia ja joitakin kirjallisuusselvityksen tuloksia todettiin, että tievalaistus ei ole nostanut ajonopeuksia pääteillä. Tulos on yhdenmukainen sekä 100 km/h että 80 km/h -nopeusrajoituksilla.

Yksi selitys saattaa olla, että nopeudet pimeällä ovat jo nopeusrajoituksen tuntumassa eikä niitä valaistuksen tulosta huolimatta ole "varaa" enää nostaa.

Koska tievalaistus ei näytä nostavan ajonopeuksia, ei toimenpiteiden taloudellista kannattavuutta tarkasteltaessa valaistuksen ansiosta synny aikakustannussäästöjä. Toisaalta valaistus ei myöskään lisää kasvaneesta ajonopeudesta johtuvia onnettomuusriskejä.



## LÄHDELUETTELO

- /1/ Assum Terje, Bjørnskau Torkel, Fosser Stein, Sagberg Fridulv. Risk compensation – the case of road lighting. Institute of Transport Economics, Norway 1999.
- /2/ Bjørnskau Torkel, Fosser Stein. Road lighting increases safety – But motorists drive slightly faster and pay less attention. Institute of Transport Economics, Nordic Road & Transport Research N° 3. Norway 1996.
- /3/ Bruneau Jean-François, Pouliot Marcel, Morin Denis-R., Thomas Isabelle. Road Safety and Highway Lighting. Routes – Roads N° 297. Quebec, Canada 1998.
- /4/ Elvik Rune. Meta-Analysis of Evaluations of Public Lighting as Accident Countermeasure. Transportation Research Record 1485, Institute of Transport Economics. Norway 1995.
- /5/ Haikonen Hannu, Summala Heikki. Pimeän tulon vaikutus liikenneonnettomuuksiin. Liikenne- ja viestintäministeriön julkaisuja, Sarja A: 40/2001. Helsinki 2001.
- /6/ Kangas Jouko, Prokkola Reijo. Autojen nopeudet pääteillä vuonna 2002. Tiehallinnon selvityksiä 35/2003. Helsinki 2003.
- /7/ Lamm Ruediger, Kloeckner Juergen H., Choueiri Elias M. Freeway Lighting and Traffic Safety – A Long-Term Investigation. Transportation Research Board 1985-17. Germany 1985.
- /8/ Liikenneonnettomuudet yleisillä teillä 2002. Tiehallinnon tilastoja 3/2002. TIEH 3300003-03. Helsinki 2003.
- /9/ Liikenneturvallisuuden käsikirja. Liikenneministeriö, Tielaitos, Liikenneturva. Tampere 1992.
- /10/ Murray I. J., Plainis S., Chauhan K., Charman W. N. Road Traffic Accidents: the Impact of Lighting. The Lighting Journal vol 63. Great Britain 1998.
- /11/ Opiela Kenneth S., Andersen Carl K., Schertz Greg. Driving After Dark. Public Roads, January/February. Unites States 2003.
- /12/ Peltola H., Katajisto P., Kulmala R., Leden L., Malmivuo M., Martamo R. ja Seppelin C. Kevyen liikenteen turvallisuus maaseudun kaksikaisaisilla pääteillä. Tielaitoksen selvityksiä 43/1999. Helsinki 1999.
- /13/ Road Lighting as an accident countermeasure - Technical report. CIE Commission internationale de l'éclairage, International Commission on Illumination. Austria 1992.
- /14/ Saastamoinen Kimmo, Kärki Jutta-Leea ja Mäkelä Olli. Ajonopeudet taajamissa. Tiehallinnon selvityksiä 2/2003. TIEH 3200791. Helsinki 2003.
- /15/ Schreuder D. A. Road Lighting for Safety. Great Britain 1998.

- 
- /16/ Schreuder D. A. The Relationship between the Level of Street Lighting and the Traffic Safety – A preliminary study. SWOV Institute for Road Safety Research. Netherlands 1989.
  - /17/ Simons Ron H. Road Lighting and Accidents. The Lighting Journal vol 57. Great Britain 1992.
  - /18/ TARVA-ohjelman kuvaus internetissä: [www.tarva.net](http://www.tarva.net)
  - /19/ Tievalaistuksen käsikirja. Tielaitos, Tietekniikka. TIEL 2140003. Helsinki 1991.
  - /20/ Tievalaistuksen vähentämisen vaikutus onnettomuuksiin. Tiehallinto, Tie- ja liikennetekniikka. Luonnos. Helsinki 2001.
  - /21/ Uschkamp Gerhard, Hecker Rolf, Thäsler Hans-Ulrich, Breuer Dieter. Straßenbeleuchtung und Verkehrssicherheit. Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen, Verkehrstechnik Heft V 14, BAST. Bonn 1994.
  - /22/ Wilken Dale, Ananthanarayanan Balu, Hasson Patrick, Lutkevich Paul J., Watson C. Paul, Burkett Karl, Arens John, Havard Jim, Unick Jeff. European Road Lighting Technologies. U.S.Department of Transportation, Federal Highway Administration, International Technology Exchange Program. United States 2001.



## LIITTEET

1. Ennen - jälkeen -onnettomuustutkimuksen tulosten tilastollinen luotettavuus
2. Nopeustarkastelun tulokset LAM-pisteittäin

## ENNEN - JÄLKEEN -ONNETTOMUUSTUTKIMUKSEN TULOSTEN TILASTOLLINEN LUOTETTAVUUS

### Aineisto

Tutkimusaineisto on havaintojen määrän ja arvojen osalta validi aineiston analysoinnille ja jatkotarkasteluille. Tutkimusaineiston kohteet koostuvat yksittäisistä valaistuksista tieosuuksista. Tutkimusaineiston muuttujat kuvaavat erilaisten onnettomuuksien määrää tieosuudella kolmen vuoden ajalta ennen valaistuksen rakentamista ja kolmen vuoden ajalta valaistuksen rakentamisen jälkeen. Osa muuttujista kuvaa tieosuuden tiestö- ja liikenneolosuhteita.

Tutkimusaineiston 236 valaistuskohteesta 184 kohteessa on tehty pelkästään tievalaistus ja muissa 52 kohteessa tievalaistus on tehty jonkun muun toimenpiteen yhteydessä. Aineiston luotettavuuden varmistamiseksi ja käsitelyteknisistä syistä henkilövahinko-onnettomuuksia on tarkasteltu ainoastaan koko aineistosta. Erilaiset jakautumatarkastelut on tehty kaikkia onnettomuuksia koskevinä. Voidaan olettaa, että tievalaistuksen vaikutus henkilövahinko-onnettomuuksiin on samansuuntainen, mutta astetta suurempi kuin kaikkiin onnettomuuksiin verrattuna.

Yksittäisten muuttujien, kuten esimerkiksi toimenpidetyyppien eri luokkien osalta, aineisto on määrällisesti vähäinen jatkoanalysoinnille ja vaikuttaa näiden ryhmien tulosten luotettavuuteen.

### Aineiston analysointi

Tutkimusaineiston analysointiin käytettiin Excel- ja SPSS- tilasto-ohjelmia.

Taulukoissa esitetyt onnettomuusasteet (onn./100 milj. autokm) laskettiin Excel-ohjelmistolla summamuuttujien osamäärinä. Kolmen vuoden tarkastelujakson onnettomuuksien summa jaettiin kolmen vuoden liikennesuoritusvalla. Käsitelyteknisistä syistä liikennesuorite laskettiin vuoden 2002 liikennemäärän perusteella.

Onnettomuusastesuhdeluvut jälkeen/ennen valaistuksen rakentamista laskettiin kahden summamuuttujan osamääränä.

### Tulosten luotettavuustarkastelu

Tulosten luotettavuuden tilastolliseen tarkasteluun käytettiin SPSS-ohjelmaa. Tulosten tilastollinen tarkastelu toteutettiin siten, että onnettomuusaste ennen ja onnettomuusaste jälkeen laskettiin jokaisen havainnon (=tievalaistuskohteen) osalta erikseen. Tilastollinen tarkastelu suoritettiin näin saatujen onnettomuusasteiden keskiarvon ja hajonnan perusteella. Tarkastelussa testattiin sitä, poikkeavatko onnettomuusasteiden keskiarvot ennen-tilanteessa ja jälkeen-tilanteessa toisistaan. Aineiston tilastollisen luotettavuuden tarkastelussa käytettiin T-testiä.



Sen perusteella, kuinka suurella todennäköisyydellä voidaan onnettomuusasteiden ennen ja jälkeen katsoa poikkeavan toisistaan, käytettiin seuraavia luotettavuustasomerkintöjä:

***	ero erittäin merkitsevä	(yli 99 % luottamustaso)
**	ero merkitsevä	(yli 95 % luottamustaso)
*	ero melkein merkitsevä	(yli 90 % luottamustaso)
	ero ei merkitsevä	(alle 90 % luottamustaso).

Onnettomuusasteiden jälkeen/ennen suhde poikkeaa 1:stä samalla luotettavuustasolla kuin onnettomuusasteiden keskiarvot poikkeavat toisistaan.

## 1. Pelkkä tievalaistus

Kaikkien onnettomuuksien ja henkilövahinko-onnettomuuksien osalta onnettomuusasteiden ero on tilastollisesti erittäin merkitsevä 99 % luottamustasolla.

Taulukko 1-1 Henkilövahinko-onnettomuusaste ennen ja jälkeen tievalaistuksen rakentamisen.

Onnettomuusaste (hvj-onn./100 milj. autokm)			Onnettomuuksien määrä	
Ennen	Jälkeen	Jälkeen/ennen	Ennen	Jälkeen
11,91	7,89	0,66***	83	55

Taulukko 1-2. Kaikkien onnettomuuksien onnettomuusaste ennen ja jälkeen tievalaistuksen rakentamisen.

Onnettomuusaste (onn./100 milj. autokm)			Onnettomuuksien määrä	
Ennen	Jälkeen	Jälkeen/ennen	Ennen	Jälkeen
37,45	29,13	0,78***	261	203

Kaikkien onnettomuuksien ennen ja jälkeen valaistuksen rakentamisen onnettomuusasteiden erot päivänvalon ja hämärän osalta ovat merkitseviä.

Taulukko 1-3. Kaikkien onnettomuuksien onnettomuusaste valaistuksen mukaan ennen ja jälkeen tievalaistuksen rakentamisen.

Valaistus	Onnettomuusaste (onn./100 milj. autokm)			Onnettomuuksien määrä	
	Ennen	Jälkeen	Jälkeen/ennen	Ennen	Jälkeen
Päivänvalo	24,68	21,81	0,88**	172	152
Hämärä	4,02	3,59	0,89**	28	25
Pimeä (ei valaistusta)	8,18	0,00		57	0
Valaistu	0,00	2,87		0	20
Yhteensä	37,45	29,13	0,78***	257	197

Onnettomuusasteiden erot kevyen liikenteen onnettomuuksien ja eläinonnettomuuksien osalta on melkein merkitsevä, sen sijaan yksittäisonnettomuuksien ja muiden onnettomuuksien osalta erittäin merkitseviä.

*Taulukko 1-4. Kaikkien onnettomuuksien onnettomuusaste onnettomuustyyppin mukaan ennen ja jälkeen tievalaistuksen rakentamisen.*

Onnettomuustyyppi	Onnettomuusaste (onn./100 milj. autokm)			Onnettomuuksien määrä	
	Ennen	Jälkeen	Jälkeen /ennen	Ennen	Jälkeen
Kevytliikenneonnettomuudet	3,73	2,44	0,65*	26	17
Eläinonnettomuudet	4,73	4,45	0,94*	33	31
Yksittäisonnettomuudet	<b>9,33</b>	<b>7,89</b>	<b>0,85***</b>	65	55
Muut onnettomuudet	<b>19,66</b>	<b>14,35</b>	<b>0,73***</b>	137	100
<b>Yhteensä</b>	<b>37,45</b>	<b>29,13</b>	<b>0,78***</b>	261	203

## 2. Tievalaistus yhdistettynä muihin toimenpiteisiin

Kaikkien onnettomuuksien onnettomuusasteiden ero on erittäin merkitsevä pelkän tievalaistuksen osalta. Samoin tievalaistuksen ja kevyen liikenteen väylän osalta tulos on erittäin merkittävä. Tievalaistuksen ja liittymän parantamisen osalta tulos on melkein merkitsevä. Muiden toimenpideyhdistelmien osalta, johtuen osaltaan havaintojen vähäisestä määrästä, tulokset eivät ole tilastollisesti merkitseviä.

*Taulukko 2-1. Kaikkien onnettomuuksien onnettomuusaste toimenpiteen mukaan ennen ja jälkeen tievalaistuksen rakentamisen.*

Toimenpide	Onnettomuusaste (onn./100 milj. autokm)			Onnettomuuksien määrä	
	Ennen	Jälkeen	Jälkeen /ennen	Ennen	Jälkeen
Pelkkä tievalaistus	<b>37,45</b>	<b>29,13</b>	<b>0,78***</b>	261	203
Tievalaistus + kevyen liikenteen väylä	<b>36,27</b>	<b>25,31</b>	<b>0,70***</b>	43	30
Tievalaistus + liittymän parantaminen	54,13	37,89	0,70*	10	7
Tievalaistus + tien parantaminen	21,97	35,16	1,60	5	8
Tievalaistus + kevyen liikenteen väylä + liittymän parantaminen	78,99	94,79	1,20	5	6
Tievalaistus + kevyen liikenteen väylä + tien parantaminen	12,93	11,49	0,89	9	8
<b>Keskimäärin/yhteensä</b>	<b>35,70</b>	<b>28,09</b>	<b>0,79***</b>	333	262

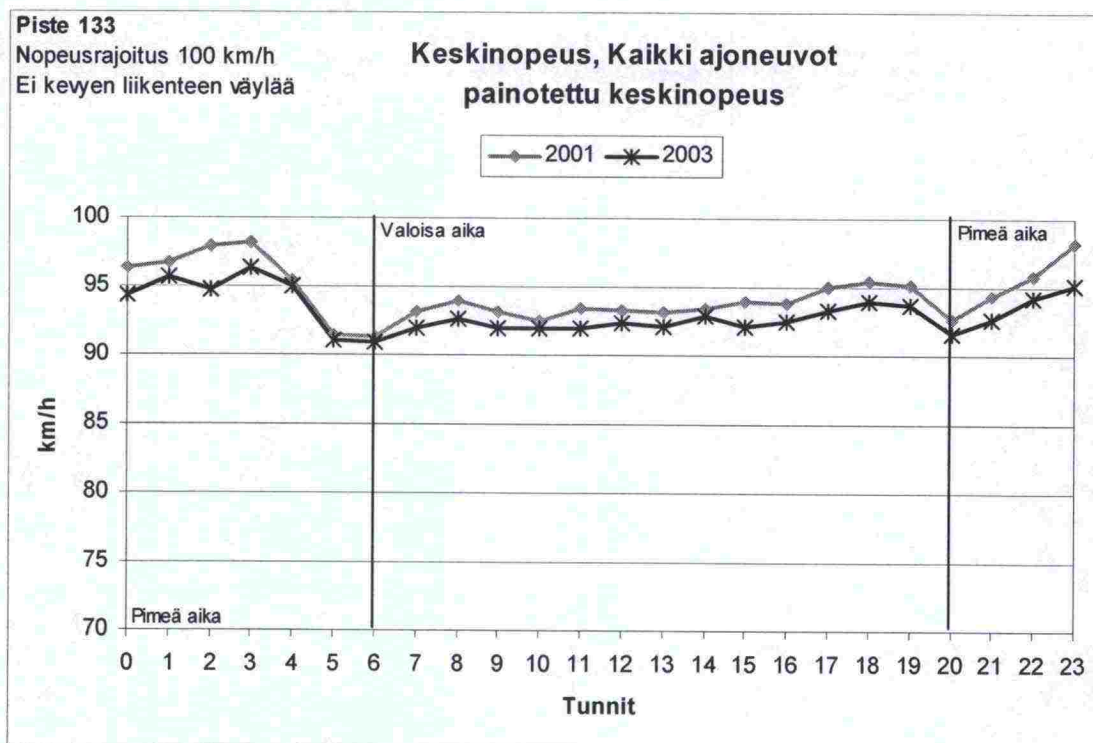
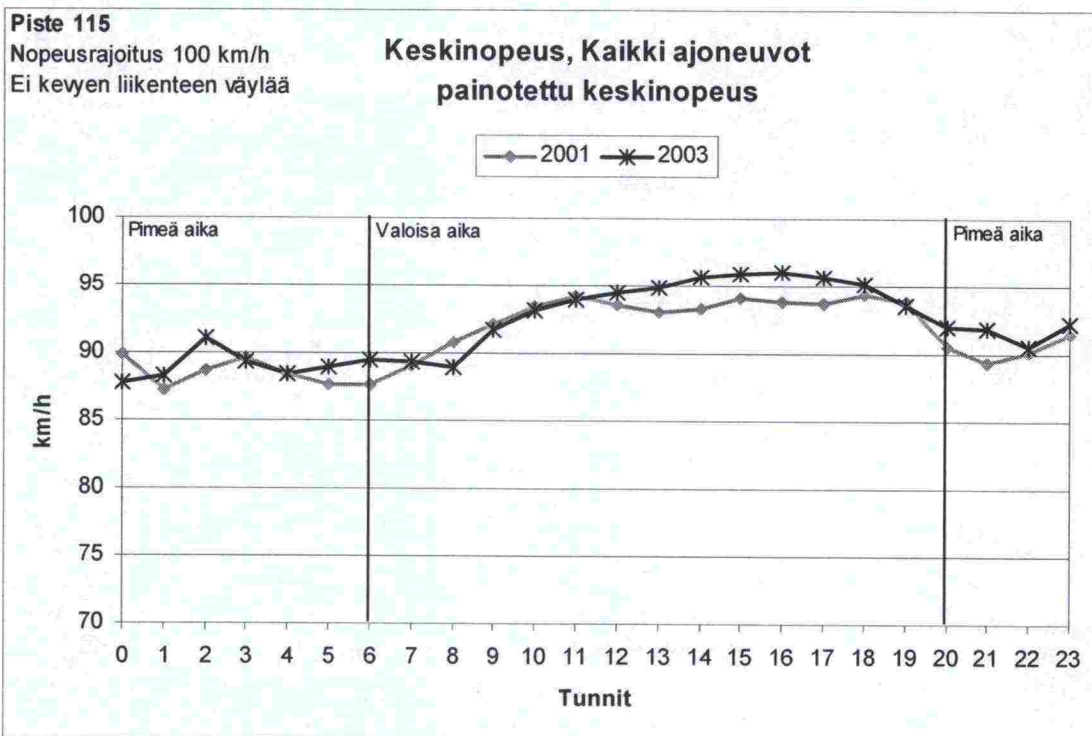


Henkilövahinko-onnettomuuksien onnettomuusasteiden ero on pelkän va-  
laistuksen osalta erittäin merkitsevä. Muiden toimenpiteiden osalta, johtuen  
osaltaan vähäisistä havaintomääristä, tulokset eivät ole tilastollisesti merkit-  
seviä.

*Taulukko 2-2. Henkilövahinko-onnettomuuksien onnettomuusaste toimenpiteen  
mukaan ennen ja jälkeen tievalaistuksen rakentamisen.*

Toimenpide	Henkilövahinko- onnettomuusaste (onn./100 milj. autokm)			Onnettomuuksien määrä	
	Ennen	Jälkeen	Jälkeen /ennen	Ennen	Jälkeen
Pelkkä tievalaistus	<b>11,91</b>	<b>7,89</b>	<b>0,66***</b>	<b>83</b>	<b>55</b>
Tievalaistus + kevyen liikenteen väylä	11,81	6,75	0,57	14	8
Tievalaistus + liittymän paranta- minen	16,24	16,24	1,00	3	3
Tievalaistus + tien parantaminen	4,39	4,39	1,00	1	1
Tievalaistus + kevyen liikenteen väylä + liittymän parantaminen	0	15,8		0	1
Tievalaistus + kevyen liikenteen väylä + tien parantaminen	4,31	4,31	1,00	3	3
Keskimäärin	11,15	7,61	0,68	104	71

## NOPEUSTARKASTELUN TULOKSET LAM-PISTEITTÄIN

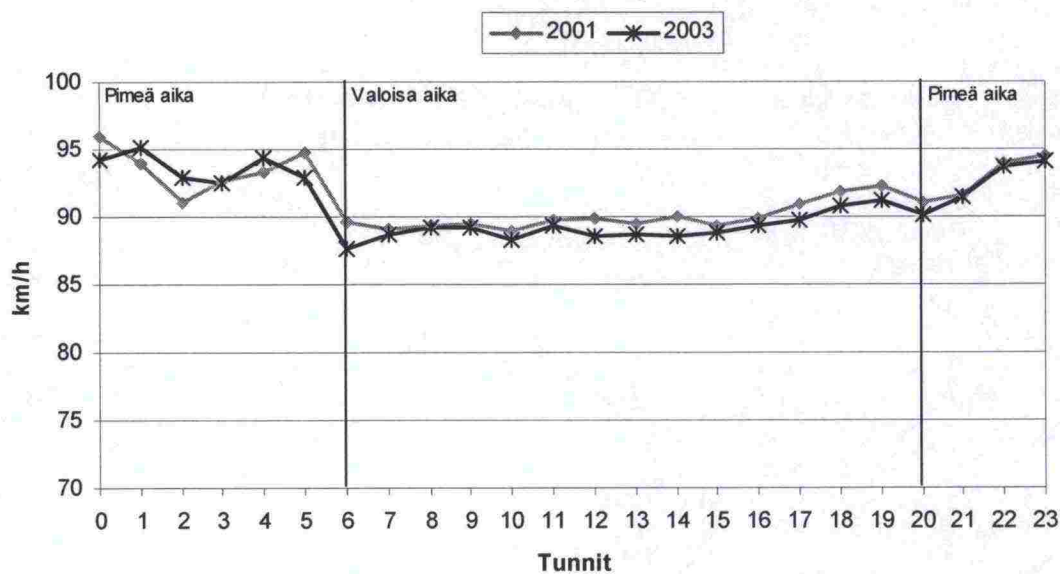




**Piste 229**

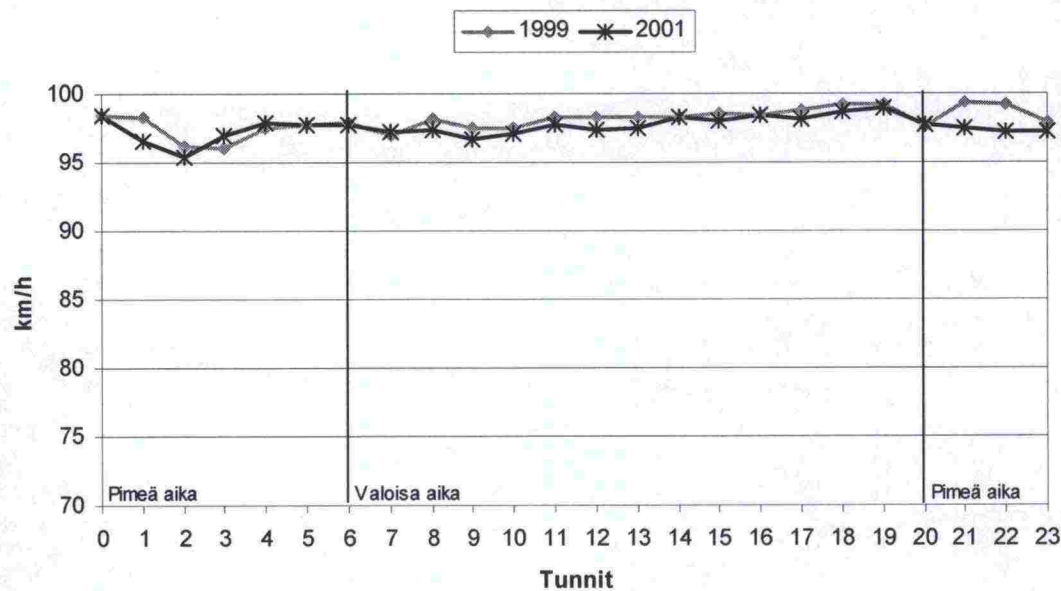
Nopeusrajoitus 100 km/h

Erillinen kevyen liikenteen väylä

**Keskinopeus, Kaikki ajoneuvot  
painotettu keskinopeus****Piste 826**

Nopeusrajoitus 100 km/h

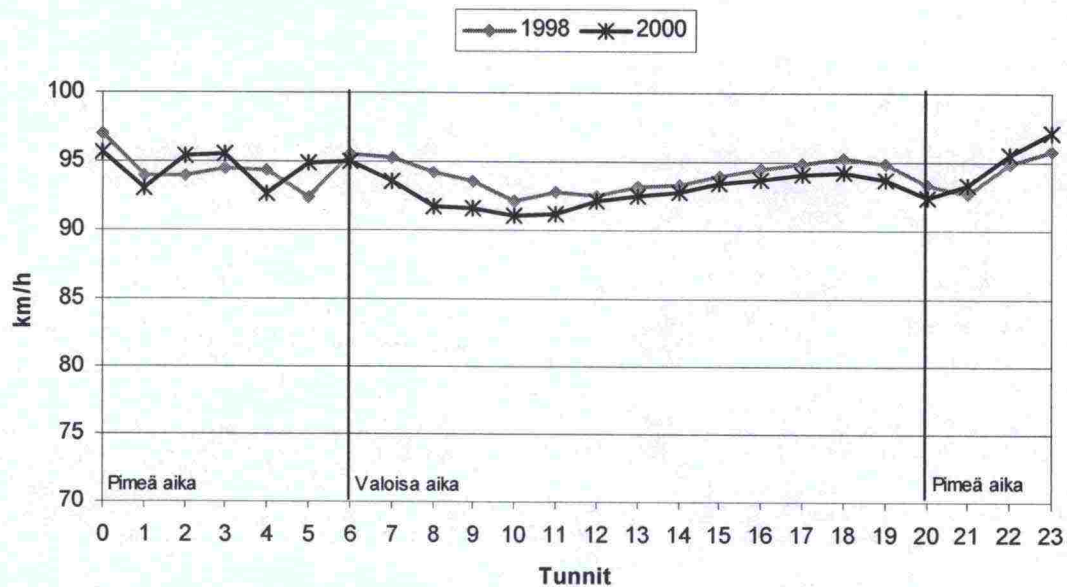
Ei kevyen liikenteen väylää

**Keskinopeus, Kaikki ajoneuvot  
painotettu keskinopeus**

**Piste 1027**

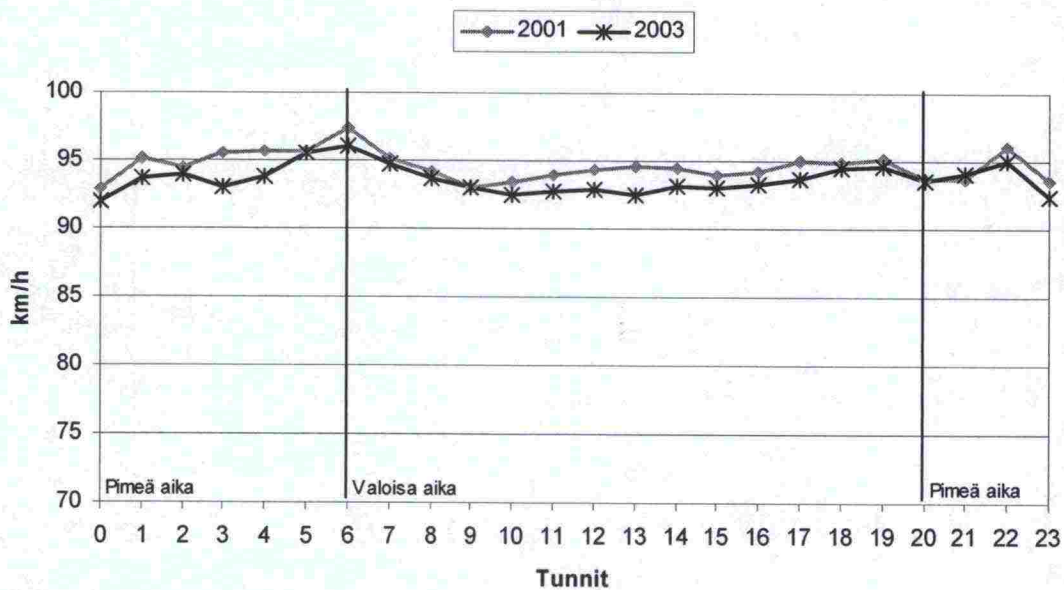
Nopeusrajoitus 100 km/h

Ei kevyen liikenteen väylää

**Keskinopeus, Kaikki ajoneuvot  
painotettu keskinopeus****Piste 1227**

Nopeusrajoitus 100 km/h

Ei kevyen liikenteen väylää

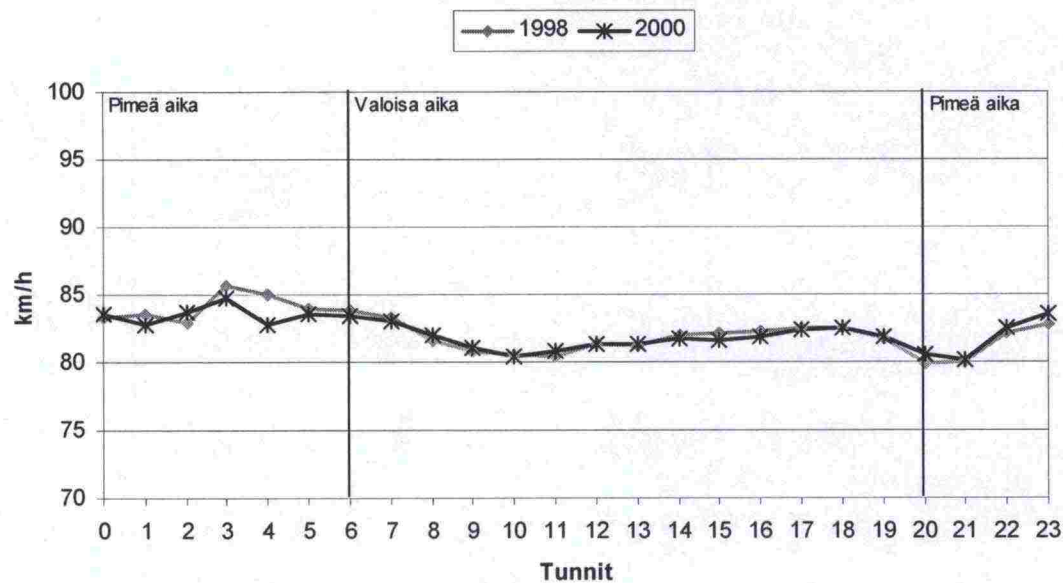
**Keskinopeus, Kaikki ajoneuvot  
painotettu keskiarvo**



**Piste 202**

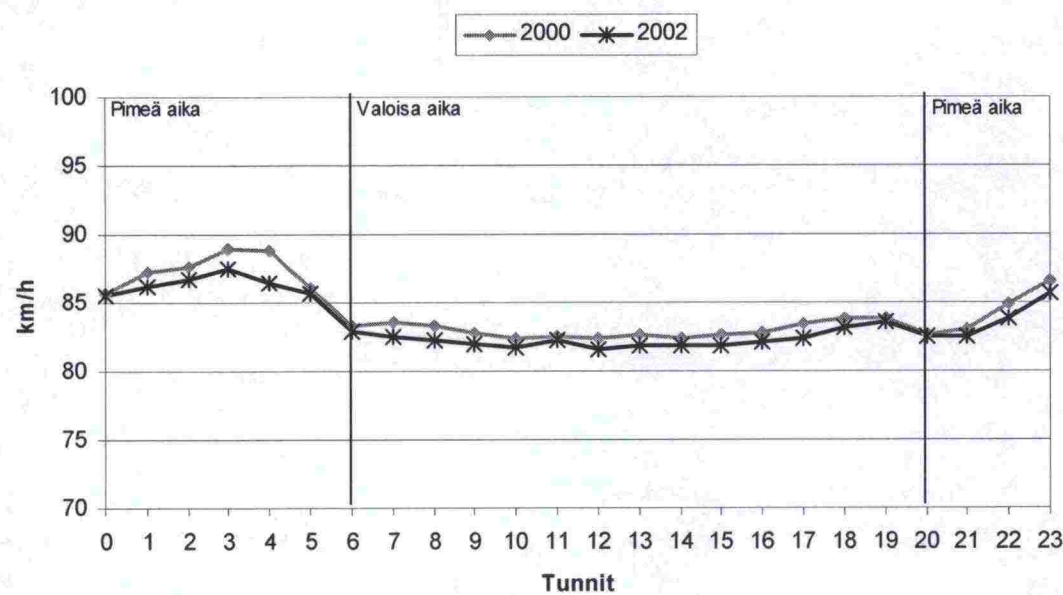
Nopeusrajoitus 80 km/h

Ei kevyen liikenteen väylää

**Keskinopeus, Kaikki ajoneuvot  
painotettu keskinopeus****Piste 221**

Nopeusrajoitus 80 km/h

Ei kevyen liikenteen väylää

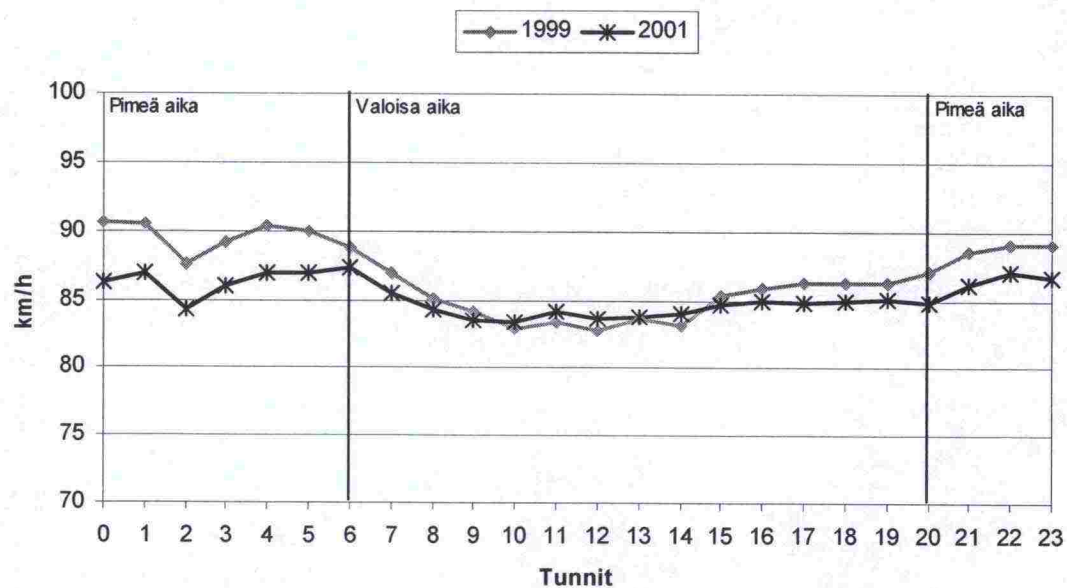
**Keskinopeus, Kaikki ajoneuvot  
painotettu keskinopeus**

Piste 804

Nopeusrajoitus 80 km/h

Ei kevyen liikenteen väylää

**Keskinopeus, Kaikki ajoneuvot  
painotettu keskinopeus**





ISSN 1457-9871  
ISBN 951-803-247-5  
TIEH 3200868